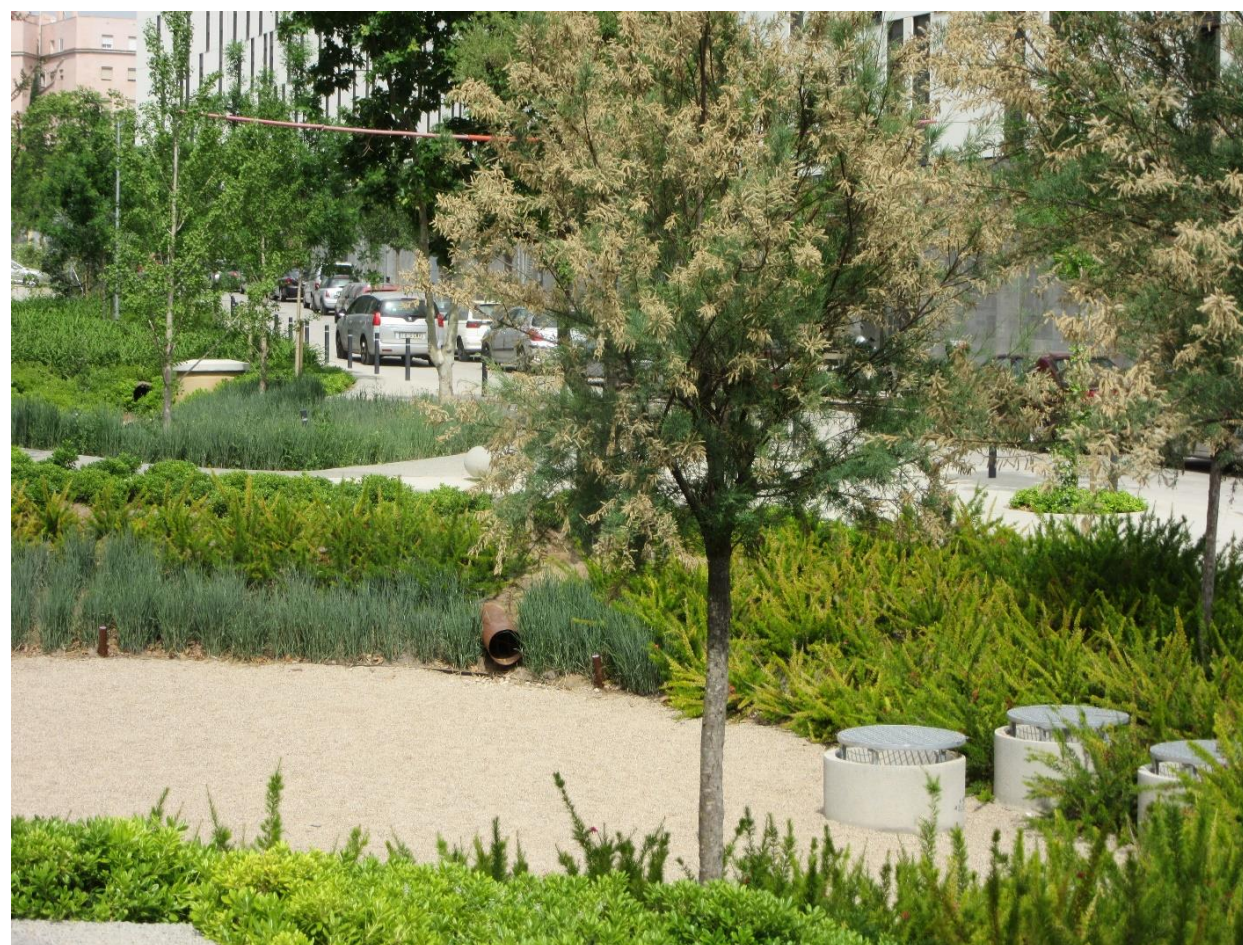


ESTUDI DE RECOPILACIÓ I ANÀLISIS DE LES EXPERIÈNCIES AMB SISTEMES I DISPOSITIUS DE DRENATGE SOSTENIBLE A LA CIUTAT DE BARCELONA

PROPOSTA DE LÍNIES D'ACCIÓ PER IMPLEMENTAR I CONSERVAR LES MATEIXES A LA TRAÇA URBANA DE BARCELONA



Maig 2017

ÍNDEX

RESUM EXECUTIU	3
1. INTRODUCCIÓ	5
1.1. Agents de l'estudi.....	5
1.2. Objecte de l'estudi	5
1.3. Antecedents.....	5
1.4. Conceptes generals	6
1.5. Justificació de la necessitat de redacció de l'estudi.....	7
1.6. Reptes.....	7
2. ELS SISTEMES URBANS DE DRENATGE SOSTENIBLE (SUDS)	9
2.1. Característiques i prestacions generals	9
2.2. Antecedents internacionals.....	9
2.3. Beneficis dels SUDS	10
3. OBJECTIUS.....	11
3.1. Objectius Estratègics.....	11
3.2. Objectius Socials	11
3.3. Objectius Ambientals	11
3.4. Objectius Tècnics	11
3.5. Tipologia	12
3.6. Tipificació dels dispositius a Barcelona.....	13
3.7. Selecció dels dispositius	13
4. NORMATIVA DE DRENATGE SOSTENIBLE I ALTRA DOCUMENTACIÓ RELLEVANT	15
4.1. Internacional.....	15
4.2. Estat Espanyol	16
4.3. Catalunya i Barcelona.....	17
5. EXPERIÈNCIES DE DRENATGE SOSTENIBLE.....	19
5.1. Internacional.....	19
5.2. Els Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible (SUDS) es consoliden a nivell internacional	23
5.3. Estat Espanyol	23
5.4. Barcelona.....	25
6. POSSIBLES ACTUACIONS AMB SUDS A LA CIUTAT DE BARCELONA.....	27
6.1. En properes actuacions, segons la tipologia d'urbanització.....	28
6.2. Accions no estructurals	30
6.3. Avaluació del risc de fallada dels SUDS.....	30
7. CONSERVACIÓ I MANTENIMENT DELS DISPOSITIUS SUDS	33
7.1. Rendiment i Cicle de Vida.....	33
7.2. Manteniment.....	33
8. AVALUACIÓ MULTICRITERI PRELIMINAR DELS SUDS.....	35
9. ANÀLISIS MULTICRITERI COMPARATIU DE SOLUCIONS DE SUDS / DRENATGE CONVENCIONAL D'UNA ACTUACIÓ JA EXECUTADA A BARCELONA	39
10. PROPOSTA DE METODOLOGIA DE MONITORITZACIÓ DELS SUDS	40
11. CONCLUSIONS	42

ANNEX 1: BIBLIOGRAFIA**ANNEX 2: EXTRACTES DE NORMATIVA I ALTRES DOCUMENTS RELLEVANTS****ANNEX 3: FITXES D'EXPERIÈNCIES DE DRENATGE SOSTENIBLE A BARCELONA****ANNEX 4: FITXES D'UNITAT D'ACTUACIÓ VALORADES****ANNEX 5: FITXES DE NECESSITATS DE MANTENIMENT DE LES TIPOLOGIES PROPOSTES****ANNEX 6: DADES UTILITZADES EN L'ANÀLISI MULTICRITERI**

RESUM EXECUTIU

Els Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible (SUDS) són sistemes de drenatge alternatius, complementaris als convencionals, que permeten reproduir a l'àmbit urbà el comportament natural de l'aigua d'escolament: augmentant temps de concentració, laminant cabals, reduint volums, augmentant la infiltració i millorant la qualitat mitjançant contacte amb el terreny i la vegetació.

El present estudi té com a objecte principal la recopilació de les actuacions i experiències amb SUDS executades a la ciutat de Barcelona, la seva anàlisi i tipificació sistemàtica, per desenvolupar criteris i línies d'acció transversals a tots els operadors municipals, tant en la vessant de disseny i execució com de conservació i manteniment. Es consideren també els objectius de la ciutat per una biodiversitat sostenible, el marc legal actual, i l'experiència d'altres ciutats a nivell internacional, per implementar i conservar les mateixes en el futur.

Al capítol 1 es presenta la problemàtica de la substitució dels ecosistemes naturals per un tipus d'ús del sòl que tendeix a impermeabilitzar i a alterar processos funcionals i estructura dels ecosistemes, i la necessitat d'augmentar la resiliència i l'adaptació de les ciutats d'avant d'un escenari de canvi climàtic que pot implicar episodis climàtics extrems que podrien generar episodis d'altres temperatures i grans precipitacions, amb el risc de saturació de les xarxes de drenatge urbanes. El repte fonamental és avançar cap a la naturalització de les ciutats mantenint, restaurant o emulant la hidrologia natural, mitjançant l'ús de dispositius senzills, amb un funcionament anàleg als processos naturals per filtrar, emmagatzemar, infiltrar i evaporar l'aigua d'escorriment de manera descentralitzada i complementaria a la xarxa de col·lectors i grans dipòsits, amb una visió integral que inclogui la gestió de l'espai públic en la gestió de l'aigua d'escolament.

Les característiques i prestacions generals dels SUDS, així com algunes pinzellades d'antecedents internacionals, es presenten al capítol 2. També es llisten els beneficis addicionals que els SUDS (infraestructura verda) proporcionen quan es comparen a la infraestructura grisa (convencional): reducció de la necessitat de tractament de l'aigua; atenuació de l'illa de calor urbana; captura i emmagatzematge de carboni; reducció de la demanda d'energia dels edificis; ecologia urbana; qualitat d'aire; qualitat de vida; treballs verds; foment de xarxa d'infraestructura verda.

Al capítol 3 es destaca la necessitat d'elaborar una estratègia de drenatge urbà sostenible per Barcelona, que hauria de tenir importants efectes sobre el disseny urbà i de vies públiques tant com el dels espais verds, i es plantegen els objectius estratègics, socials, ambientals i tècnics que podrien considerar-se. Per altra banda, es tipifiquen els principals tipus de SUDS Estructurals, que poden organitzar-se en nivell creixent de servei de tractament així com nivell creixent de reducció de volum, i són: aljubs; rases drenants; franges vegetades; cobertes verdes; paviments permeables; pous, rases i dipòsits d'infiltració / detenció; escocells d'infiltració; parterres inundables; cunetes vegetades; estanys i aiguamolls; franges de biorretenció.

La primera part del capítol 4 repassa breument la història de la implementació del SUDS a països com els Estats Units, Austràlia i Malàisia. A continuació es destaquen normativa i publicacions de referència a nivell europeu i espanyol, i en particular de les regions de Galícia, Comunitat de Madrid, Comunitat Valenciana i Catalunya, per acabar amb la ciutat de Barcelona, on destaca la nova proposta d'Ordenança Municipal de Medi Ambient. També es recomana que el pla de gestió d'aigües pluvials deu estar lligat a les metes de la ciutat, i per tant en comunió amb altres plans municipals; dins de les línies d'acció de Barcelona pel clima (mobilitat, verd, energia, residus, consum), els dos plans més rellevants a considerar són el Pla del Verd i de la Biodiversitat 2012-2020 i el Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona 2013-2018.

L'experiència concreta de ciutats com Nova York, Filadèlfia, Sant Francisco, Perth i Santiago de Xile, que mostren que integrar la gestió de l'aigua de pluja en el paisatge urbà és possible i beneficiós, es resumeix al capítol 5. En aquest també es presenten projectes i obres de drenatge sostenible a Madrid, Santander, Vitoria-Gasteiz,

i Benaguasil. Per concloure, es repassen quinze actuacions amb SUDS a Barcelona, sent el tipus de SUDS més utilitzats els pous, rases i dipòsits d'infiltració, i l'últim a incorporar-se al llistat, les franges de biorretenció.

Al capítol 6 es proposen actuacions amb SUDS que podrien dur-se a terme a Barcelona, integrant la gestió de l'aigua d'escorriment en el model urbà de la ciutat. Entre les mesures estructurals, es presenten propostes de millora dels espais públics que podrien considerar-se dins de programes de regeneració urbana, i que permetrien reduir el volum i cabal punta d'aigua d'escorriment que entra a la xarxa de clavegueram de Barcelona. Com a mesures no estructurals, s'inclouen la redacció de normativa específica, guies de disseny, recerca de noves línies de finançament i l'ampliació del Manual de Senyalització dels Espais Verds amb pictogrames específics dels SUDS. També es destaca la necessitat d'avaluar la conveniència de la instal·lació d'un tipus o un altre de dispositiu de drenatge sostenible, considerant, entre altres, la permeabilitat del terreny i la distància a fonaments i al freàtic.

El capítol 7 profunditza en un aspecte ressaltat al llarg de tot el document: la necessitat d'establir un Pla de Manteniment amb una visió de ciutat, considerant la possibilitat d'integració i complementació d'accions que en l'actualitat realitzen desvinculadament brigades de neteja viària, de manteniment de la xarxa de clavegueram i de manteniment dels espais verds. Es llisten els aspectes que hauria de contemplar el Pla, així com les principals operacions de manteniment necessàries per a cada tipus de SUDS, distingint entre operacions de manteniment periòdic, ocasional o correctiu, i accions d'inspecció.

Com per a qualsevol altra infraestructura, cal tenir en compte no sols els costos de construcció dels SUDS, sinó també els de manteniment, reparació i reposició. Al capítol 8 s'estima, a manera d'exemple, els costos d'alguns tipus de SUDS durant la seva vida útil, i es presenten metodologies i eines per a realitzar avaluacions multicriteri.

Una d'aquestes eines és la utilitzada a l'anàlisi multicriteri del capítol 9, que compara el sistema de drenatge amb SUDS d'una actuació executada a Barcelona (Can Cortada, al districte Horta-Guinardó), amb l'equivalent convencional. L'anàlisi multicriteri s'ha realitzat definint criteris de decisió per a dues situacions diferents: que passa quan les esorrenties generades són tractades a la planta d'aigües residuals (inclòs el cost d'aquest tractament) i que passa quan aquestes esorrenties són abocades al mar perquè la xarxa està sobresaturada (analitzant les diferències en qualitat de les esorrenties generades). En cada situació, s'han definit els criteris de decisió que podrien ser útils per a elegir entre les dues solucions plantejades, donant un pes a cada criteri i calculant la puntuació obtinguda.

Per últim, es presenten les conclusions que es desprenen del present Estudi.

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Agents de l'estudi

PROMOTOR	Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat. Parcs i Jardins de Barcelona, Institut Municipal. Medi Ambient. Ajuntament de Barcelona.
DIRECCIÓ:	Izaskun Martí Carral, Directora de Conservació
DIRECCIÓ TÈCNICA:	Gabino Carballo, Tècnic de Projectes d'Espais Verds Jana Miró, Tècnica de Projectes d'Espais Verds
COMISSIÓ SUDS	M ^a José Chesa Marro, Cap de Servei BCASA Jordi Rodríguez, Cap de Territori d'Espais Verds Izaskun Martí Carral, Directora de Conservació Roberto Soto, Arquitecte BAGURSA Jana Miró, Tècnica de Projectes d'Espais Verds Gabino Carballo, Tècnic de Projectes d'Espais Verds
AGRAÏMENTS	Rosa López, Arquitecte, Dept. de Prospectiva, Ajuntament de Barcelona
AUTORA	Sara Perales Momparler, Dra. Ingeniera Camins, C. i P. Green Blue Management Avda. del Puerto, 180 pta. 1B. 46023 Valencia. Tel./Fax: +34 963 309 121 sara.perales@greenbluemanagement.com
EQUIP REDACTOR	Sara Perales Momparler, Dra. Ingeniera Camins, C. i P. Adrián Morales Torres, Ingenier Camins, C. i P.



Els continguts d'aquesta publicació estan subjectes a una llicència de Reconeixement – No comercial – Sense Obra Derivada (by-nc-nd) amb finalitat no comercial i sense obra derivada. Es permet copiar i redistribuir el material en qualsevol mitjà i format, sempre que no tingui finalitats comercials i no es distribueixi cap obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>

1.2. Objecte de l'estudi

Els Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible (SUDS) són sistemes de drenatge alternatius, complementaris als convencionals, que tracten l'escorrentia generada a l'entorn urbà mitjançant l'aplicació de tècniques que imiten els processos naturals, tals com la laminació, la retenció i la infiltració al terreny de l'aigua de pluja.

Les tècniques de drenatge urbà sostenibles permeten reproduir a l'àmbit urbà el comportament natural de l'aigua d'escolament: augmentant temps de concentració, laminant cabals, reduint volums, augmentant la infiltració i millorant la qualitat mitjançant contacte amb el terreny i la vegetació.

El present estudi té com a objecte principal la recopilació de les actuacions i experiències amb SUDS executades a la ciutat de Barcelona, la seva anàlisi i tipificació sistemàtica, per desenvolupar criteris i línies d'acció transversals a tots els operadors municipals, tant en la vessant de disseny i execució com de conservació i manteniment.

Es consideren també els objectius de la ciutat per una biodiversitat sostenible, el marc legal actual, i l'experiència d'altres ciutats a nivell internacional, per implementar i conservar les mateixes en el futur.

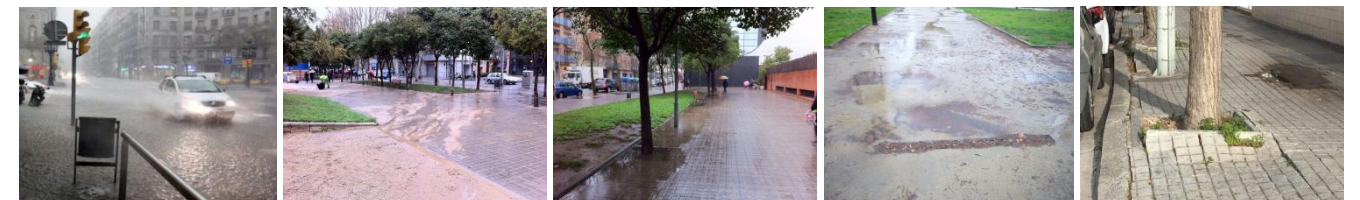
1.3. Antecedents

A mesura que les ciutats van creixent, augmenten les àrees urbanitzades, configurant cada vegada més superfície impermeable que necessita un drenatge immediat i efectiu mitjançant la inversió en la construcció de xarxes de clavegueres, col·lectors i dipòsits.

La urbanització impermeable redueix la infiltració natural del terreny, que es tradueix en la pèrdua d'aportacions d'aigua als aquífers i en l'augment dels volums d'escorriment i de la seva velocitat, reduint el retorn d'aigua als sòl i els aquífers, el que redueix l'aigua disponible per a la vegetació urbana o pel seu ús humà. A banda d'aquest problema de tractament de volums d'escorriment, s'ha de considerar la baixa qualitat d'aquesta aigua, que impacta sobre l'efectivitat de les estacions depuradores i el medi ambient.

Davant d'un escenari de canvi climàtic que pot implicar episodis climàtics extrems que podrien generar episodis d'altres temperatures i grans precipitacions, amb el risc de saturació de les xarxes de drenatge urbanes, el creixement continuat de les xarxes convencionals de clavegueram no és sostenible des del punt de vista econòmic, tècnic o de gestió dels recursos naturals.

Es pot considerar que una de les causes generadores del conflicte entre medi urbà i sostenibilitat de la biodiversitat en el moment actual provenen en gran part de la substitució dels ecosistemes naturals per un tipus d'ús del sòl que tendeix a impermeabilitzar i a alterar processos funcionals i estructura dels ecosistemes, i que fragmenta el territori (Rueda, 2012, p.190). Així, a la ciutat de Barcelona es veuen escenes com aquestes:



Atès que la nostra societat s'enfronta a la necessitat d'augmentar la resiliència i l'adaptació de les ciutats i pobles a aquesta situació de canvi, i davant de la necessitat d'aprofitar recursos naturals, s'imposa aprofitar solucions tècniques de baix impacte fonamentades en els processos naturals, que complementin les xarxes existents i ens ajudin a retenir l'aigua de la precipitació a l'entorn urbà, especialment mitjançant l'aprofitament de l'estructura verda: els espais verds.

Llavors, la presència d'una proporció equilibrada de verd urbà de qualitat pot reduir alguns d'aquests problemes: els arbres, jardins i gespes i, en general, el sòl permeable, actua sobre el microclima tamponant les fluctuacions tèrmiques (Rueda, 2012, p.181). Per aprofitar el sòl urbà i aconseguir els objectius de l'urbanisme ecològic, millorant les variables urbanes de metabolisme, habitabilitat, complexitat i biodiversitat, cal considerar l'organització espacial dels tres estrats que forma el sistema (subsòl, superfície i altura), de manera que es mantingui una interrelació coherent i funcional (Rueda, 2012, p.179):

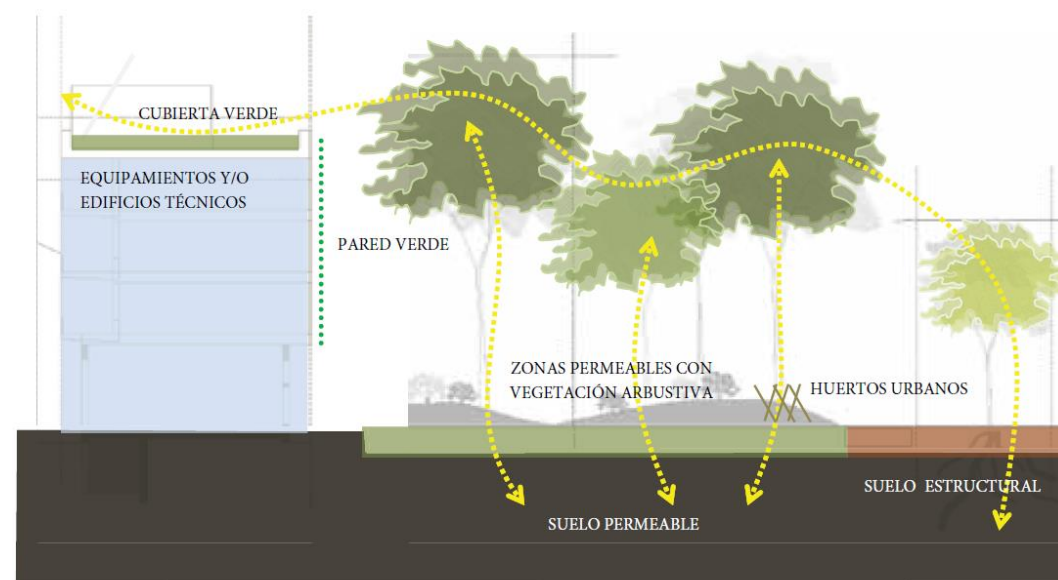


Figura 4.1: Estratificación del verde en el Urbanismo de los tres niveles.

Fuente: BCNecologia.

Aprofitant aquestes propietats dels espais verds i la necessitat d'atenuar els efectes de la impermeabilització del sòl, en els últims anys s'ha generat, a nivell mundial, una manera alternativa de dissenyar i gestionar les infraestructures de drenatge, amb un plantejament sostenible del cicle de l'aigua, que intenti protegir els processos naturals i crear sistemes anàlegs als mateixos per la gestió de l'aigua i el microclima urbà. Aquest efecte constitueix el verd urbà en una "Infraestructura Verda" amb prestacions de caràcter ambiental que poden ser definides i mesurades.

Per les seves característiques, als SUDS se'ls considera part de la Infraestructura Verda, i com tal és capaç de reportar beneficis mediambientals, socials, i econòmics (EPA, 2016a). Multitud d'experiències a nivell internacional avalen aquests beneficis, i sempre que el drenatge sigui considerat des de les primeres etapes de disseny d'un nou desenvolupament, no hi ha cap raó perquè el SUDS no esdevinguin la norma a tot arreu (Woods-Ballard et al., 2015).

Aquests sistemes tracten el problema ocasionat per la impermeabilització de la ciutat en el punt on es produeix la precipitació i permeten una gestió cost-eficaç i resilient d'una part d'aquesta. Actuen com complement -o fins i tot substituïts- de les xarxes sistemes convencionals (coneguts com infraestructura grisa) de col·lectors i plantes de tractament, dissenyades per moure l'escorrentia urbana al subsòl de l'entorn construït.

El seus beneficis principals són que redueixen l'escorrentia superficial i els seus efectes i infiltren l'aigua al subsòl de manera que es pugui aprofitar per a reg dels espais verds i per reduir la temperatura ambiental de la ciutat per evaporació. També poden millorar la qualitat de l'aigua que acaba al sistema de clavegueres convencionals o que s'infiltra a la capa freàtica.

Tot i que els mètodes de drenatge que aprofiten les propietats d'acumulació d'aigua al subsòl pel seu funcionament tenen una llarga tradició agronòmica, no es així a entorns urbans, on es poden considerar una novetat.

Són fàcilment integrables en el paisatge verd urbà, tant a zones vegetades com a les pavimentades, i poden servir per a àrees de captació de gran extensió si són adequadament dissenyats i mantinguts.

L'absència de manteniment pot provocar problemes en el seu funcionament i per això cal seguir un pla de manteniment per garantir el seu correcte funcionament.

1.4. Conceptes generals

Els Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible, coneguts com SUDS, són mètodes alternatius que faciliten la retenció, tractament i drenatge localitzat de l'aigua de precipitació per la seva devolució al medi o per la seva utilització directa, sense necessitat de consum energètic ni de grans infraestructures, aprofitant els processos naturals i de gestió de la ciutat, sempre en les condicions que exigeix la normativa sobre aigües.

La utilització efectiva de SUDS exigeix de la consideració d'una sèrie d'estratègies en la redacció de projectes d'urbanització, que consisteixen en retenir i fragmentar l'escorrentia superficial sistemàticament per evitar que adquireixi un volum i una velocitat significatius. Amb aquest objectiu és recomanable fer servir i donar continuïtat a zones vegetades perquè actuïn de superfícies de laminació.

L'aplicació de tècniques SUDS es fa mitjançant elements No Estructurals (divulgació, gestió i manteniment), i elements Estructurals, que es componen de Xarxes i Dispositius superficials i subterranis, amb diferents graus d'efectivitat i amb diverses funcions.

Per retenir la fase inicial de cada esdeveniment de precipitació i afavorir el seu tractament in situ cal afavorir la detenció natural mitjançant punts baixos localitzats a les àrees vegetades. En alguns casos, quan és possible la infiltració, es pot plantejar la desconexió de l'àrea verda respecte al sistema de sanejament general, el que suposa concebre les zones vegetades com una infraestructura de drenatge que té l'objectiu de fomentar la retenció i infiltració de la precipitació in situ. En altres situacions, l'excedent d'escorrentia pot dirigir-se a la xarxa de clavegueram.

Es pot afavorir aquesta desconexió mitjançant la introducció de dispositius de laminació, retenció i infiltració en el curs de la làmina escorreguda, especialment en les seves àrees impermeables. La desconexió suposa una inversió relativament modesta en el conjunt del projecte, però requereix un planejament avançat que tingui en compte la meteorologia del lloc i la consideració del risc a tercers. La seva viabilitat a llarg termini requereix un manteniment rigorós de les àrees desconnectades.

En general, els dispositius de drenatge per infiltració típics dels SUDS són aquells que retenen part de la precipitació en el terreny mitjançant tècniques que redueixen el cabal d'escorrentia superficial i que són efectius en la recàrrega de l'aqüífer local i assisteixen a la remoció de contaminants del vessament per mitjà dels processos de filtració i sedimentació, entre altres.

Els beneficis principals de l'aplicació d'aquest tipus de solucions són la reducció de l'erosió del sòl acompanyada d'una millora de la qualitat de l'aigua de les lleres naturals, la recàrrega d'aqüífers, i possibilitar la creació d'hàbitats i l'increment de biomassa i biodiversitat. Els SUDS també permeten l'emmagatzematge difús i localitzat de la precipitació per l'aprofitament de l'aigua de pluja per a altres usos.

Un altre benefici és que poden suposar una reducció del cost de la inversió en xarxes primàries i secundàries de drenatge convencional.

1.5. Justificació de la necessitat de redacció de l'estudi

D'ençà que l'any 1997 el Pla Especial de Clavegueram de Barcelona, PECLAB '97, va introduir recomanacions per la implementació de tècniques de drenatge sostenible, les experiències realitzades s'han dut a terme amb la manca d'uns criteris unificats que considerin tots els aspectes que integren el drenatge sostenible (gestió de la quantitat i la qualitat de l'aigua juntament amb el disseny per a la ciutadania i la biodiversitat).

En un moment on s'entreveuen oportunitats de regeneració de gran calat a la ciutat de Barcelona, és necessari marcar criteris unificats, des d'una perspectiva pluridisciplinària, per augmentar la resiliència i l'adaptació urbana als efectes del canvi climàtic. Les accions que es duguin a terme deuen considerar la gestió sostenible de les aigües pluvials, reduint el risc d'inundacions urbanes i l'impacte mediambiental dels abocaments del clavegueram en temps de pluja al medi receptor, alhora que milloren la qualitat de vida de les persones, reforcen la cohesió social, milloren les condicions ambientals i fomenten la biodiversitat.

Per això és necessari considerar l'aplicació d'aquests Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible (SUDS), emmarcats en les accions de suport a les polítiques de gestió del cicle local de l'aigua i com a solucions basades en la natura per augmentar la resiliència i l'adaptació urbana als efectes del canvi climàtic, amb solucions pluridisciplinàries que aborden la gestió de l'aigua d'escorriment des de diferents perspectives, especialment des de la gestió dels espais verds.

1.6. Reptes

El repte fonamental és avançar cap a la naturalització de les ciutats mantenint, restaurant o emulant la hidrologia natural, mitjançant l'ús de dispositius senzills, amb un funcionament anàleg als processos naturals per filtrar, emmagatzemar, infiltrar i evaporar l'aigua d'escorriment de manera descentralitzada i complementària a la xarxa de col·lectors i grans dipòsits, amb una visió integral que inclogui la gestió de l'espai públic en la gestió de l'aigua d'escolament.

Es tracta, per tant, d'afavorir l'ús de l'enginyeria "tova" que metabolitza els contaminants en origen, en lloc de transferir-los cap a un altre lloc (UACDC, 2010).

Aquesta forma de gestió haurà de considerar tant Mesures Estructurals, com Mesures No Estructurals. Les primeres comporten la construcció d'una sèrie de dispositius i xarxes de captura de l'aigua de pluja per conformar un sistema de drenatge sostenible. Les segones comporten mesures de gestió i manteniment que permetin als SUDS prevenir o reduir l'escorriment i la seva contaminació.

És important tenir en compte que perquè una zona verda sigui considerada una infraestructura SUDS Estructural, ha d'haver sigut dissenyada per a controlar l'escorriment propi i d'àrees properes impermeables, si és el cas.

Per altra banda, una zona verda que no rep l'escorriment d'altres superfícies, podria considerar-se com a un SUDS No Estructural si forma part d'una estratègia de planificació basada a reduir les àrees impermeables i la generació d'escorriment.

Les mesures no estructurals s'estenen al manteniment de l'espai urbà i els espais verds en particular i també aquelles destinades a informar a la ciutadania, a través per exemple de campanyes i cartells informatius.

Per tant, l'aplicació de SUDS implica la reforma del model de disseny i gestió l'espai públic, que ha de fomentar el manteniment i permetre la recuperació de processos naturals a l'entorn urbà tant com la participació ciutadana. Així, la implementació de SUDS a l'espai urbà de la Ciutat de Barcelona presenta una sèrie de reptes transversals i comuns a tots els operadors municipals, especialment pels responsables manteniment i gestió de l'espai públic i en particular els espais verds.

2. ELS SISTEMES URBANS DE DRENATGE SOSTENIBLE (SUDS)

2.1. Característiques i prestacions generals

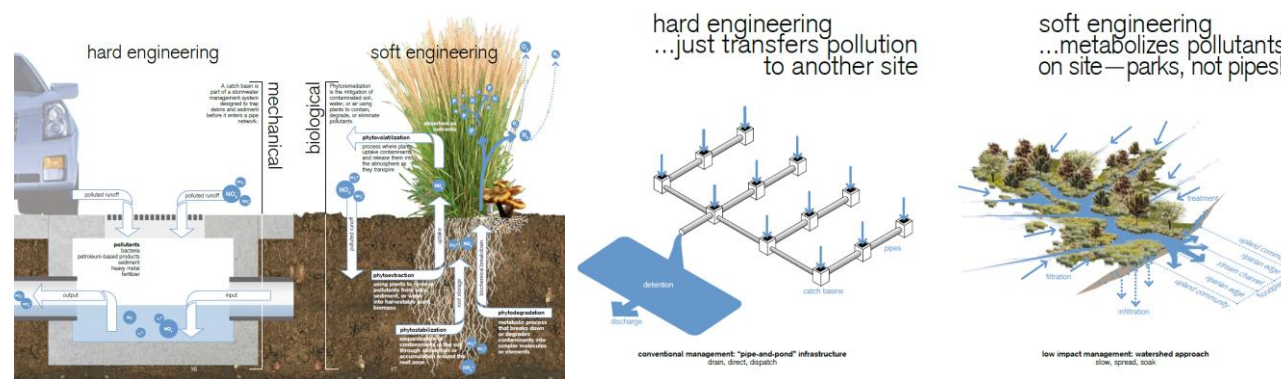
Els SUDS funcionen mitjançant la captura de l'escorrentia generada per la precipitació per afavorir la seva retenció i la infiltració al terreny de l'aigua de pluja.

Són una aproximació cost-eficaç i resilient per gestionar l'impacte dels episodis meteorològics en temps humit que proporcionen serveis ambientals mesurables, tals com la reducció de l'escorrentia, millora de la qualitat d'aquesta, reducció del volum d'aigua tractat pel clavegueram, reducció de les temperatures ambientals, reducció de la necessitat d'aigua de reg i millora de les condicions edafològiques de la vegetació urbana.

Les solucions de SUDS poden tractar l'aigua de manera "mecànica" o de manera "biològica", és a dir, amb plantes, amb tot un gradient de solucions intermèdies capaces de gestionar un volum d'aigua variable segons la seva configuració.

Els SUDS amb components biològics poden oferir importants serveis ecosistèmics i un increment objectiu de la biodiversitat urbana, ja que la vegetació pot generar micro-hàbitats i refugi per la fauna beneficiosa i auxiliar del verd urbà.

Aquests sistemes capturen la precipitació, redueix l'escorrentia i la tracta en el lloc on es produeix la mateixa, a diferència dels sistemes convencionals de col·lectors i plantes de tractament (coneguts com a Infraestructura Gris) que es dissenyen per moure l'escorrentia urbà lluny de la superfície i de l'entorn habitat (UACDC, 2010):



Llavors, per les seves característiques i prestacions, els SUDS s'integren dintre de l'anomenada Infraestructura Verda, que la Comissió Europea ha definit com "una xarxa estratègicament planificada de zones naturals i seminaturals d'alta qualitat amb altres elements mediambientals", i una de les característiques clau d'aquesta xarxa és que proveeixi de serveis ecosistèmics diversos a la societat.

Els SUDS es poden classificar en Sistemes, Xarxes i Dispositius, tots amb diferents graus d'efectivitat i amb diverses funcions. Els Sistemes es componen de Xarxes i Dispositius i quan aquests no estan connectats a una xarxa municipal s'anomenen com "Localitzats". L'escorrentia pot arribar a aquests dispositius de manera directa, des de la superfície on es produeix l'escolament, fins a la zona on la capa superficial del dispositiu en permet la infiltració efectiva de l'escorrentia.

En alguns casos, l'aigua arriba al dispositiu per mitjà d'una canonada procedent d'altres dispositius d'intercepció, com ara parterres, escocells, embornals o canals enreixats. En presència de cabals amb un alt contingut de materials sedimentaris és recomanable introduir mesures de tractament preliminar de filtració de l'escolament,

com ara franges i cunetes vegetades o dipòsits de detenció, per mantenir-ne l'efectivitat hidrològica dels sistemes.

La literatura tècnica i científica referent al drenatge per infiltració al terreny indica que els dispositius utilitzats amb més freqüència en drenatges per infiltració són les Rases, els Dipòsits i els Pous; amb menor freqüència, s'utilitzen Paviments Cel·lulars i Porosos per infiltrar escorrentia mitjançant les seves bases i subbases. Cal indicar que els paviments granulars tipus sauló i les seves variants estabilitzades no es poden considerar veritables paviments porosos i per tant no són equivalents a aquests.

Una característica general i comuna als dispositius SUDS és la presència de materials filtrants, que pot consistir en substrats de jardineria, diferents àrids, geotèxtils, cel·les estructurals o materials geocompostos, tots amb capacitat d'absorbir i acumular una quantitat determinada d'escorrentia. No tots els materials són equivalents en prestacions i vàlids per la seva aplicació als SUDS.

A més d'aquests materials, els dispositius SUDS necessiten elements auxiliars per al seu correcte funcionament, tals com pericons, desguassos i sobreeixidors, segons les condicions de l'emplaçament. Tots aquests sistemes són compatibles amb sistemes de recuperació i reciclatge d'aigua de precipitació o reg, i tots ells necessiten elements auxiliars i manteniment regular per al seu correcte funcionament i conservació.

2.2. Antecedents internacionals

Els SUDS han estat objecte de recerca i pràctica internacional i existeix una àmplia bibliografia que avala les seves prestacions i beneficis, especialment quan han estat considerats des del principi del disseny. No existeix cap raó per què la presència dels SUDS no hagi d'esdevenir la norma i les mateixes experiències mostren que és possible introduir aquestes solucions en situacions urbanes ja establertes. (Woods-Ballard *et al.*, 2015).

De fet, és del tot necessari seguir aquesta estratègia, ja que l'escorrentia urbà és avui en dia la font de contaminació de l'aigua que més creix al món. Aquest efecte ha estat especialment estudiat als Estats Units (McMahon, 2016).

Són precisament els Estats Units la cuna d'aquesta aproximació alternativa i complementaria al drenatge convencional en situacions urbanes de gran densitat. L'Agència de Protecció Mediambiental (EPA) reporta beneficis mediambientals, socials, i econòmics dels SUDS (EPA, 2016a), després de consultar amb estats i comunitats, negocis i grups d'indústria, acadèmia i organitzacions no governamentals sobre les millors maneres de gestionar l'escorrentia urbà.

Simultàniament, l'EPA ha estat explorant oportunitats per a les comunitats d'apalancar finançament i trobar maneres de reduir costos a través d'una gestió proactiva i de llarg termini de l'escorrentia urbà que comporten múltiples beneficis comuns als ciutadans. Com a resultat, han emergit els següents patrons (EPA, 2016b):

- Les ciutats no es poden permetre esperar per adreçar les amenaces d'inundació i salut pública de l'aigua de tempesta: l'aproximació de vorada i col·lector (Infraestructura Gris) solament no és prou per adreçar aquests riscos.
- En els últims anys, moltes ciutats han trobat que una aproximació eficaç, completa i de llarg termini de manejar l'aigua de pluja, inclou pràctiques d'infraestructura verda (SUDS) que la gestionen allà on cau.
- Una gestió de l'aigua de pluja completa i de llarg termini, integrada amb altres plans com els de desenvolupament econòmic, transport i recreació, afavoreix inversions intel·ligents (smart) i nous fonts de finançament.
- La ciutadania està trobant que els beneficis d'aquestes aproximacions de llarg termini van bé més enllà d'ajudar a complir la regulació vigent, convertint les amenaces en oportunitats per les seves comunitats.

De tot l'anterior es desprèn una recomanació per elaborar Plans de Gestió d'Aigües Pluvials que incloguin SUDS, on s'estableixin metes de llarg terme per augmentar la resiliència dels sistemes de drenatge de les ciutats i millorar els indicadors ambientals de les mateixes.

Segons aquesta estratègia, cal incorporar objectius concrets pel drenatge en la gestió de les ciutats que incloguin el comú dels ciutadans (EPA, 2016c).



2.3. Beneficis dels SUDS

La infraestructura verda (SUDS) és un mitjà eficaç de gestió de l'aigua de pluja, el qual alhora proporciona beneficis addicionals nombrosos, o co-beneficis, quan és comparat a la infraestructura grisa (convencional). En 2014, el Departament de Protecció Mediambiental (DEP) de la ciutat de Nova York, va completar un esforç per identificar, caracteritzar, i quantificar els co-beneficis de pràctiques SUDS construïts en el marc del Pla d'Infraestructura Verda.

Els co-beneficis llistats a continuació consisteixen en factors mediambientals, socials, i econòmics que s'estenen més enllà dels beneficis directes que els SUDS proporcionen per la gestió de l'aigua de pluja (Ciutat de Nova York, 2015):

- **Reducció de la necessitat de tractament de l'aigua:** En retenir escorriment durant esdeveniments de precipitació freqüents, impedit que arribi a les instal·lacions de tractament de les aigües residuals, s'eviten costos d'electricitat i substàncies químiques relacionats amb el bombament i el tractament d'aquesta aigua.
- **Atenuació de l'illa de calor urbana:** L'efecte d'illa de calor urbana és un fenomen on les superfícies urbanes capturen quantitats significatives de calor, aixecant la temperatura de l'aire urbà, el qual durant l'estiu augmenta els costos d'energia per refrigeració i l'índex d'estrès tèrmic, les malalties i fins i tot el nombre de morts. Aquest efecte pot ser mitigat utilitzant vegetació i altres superfícies que reflecteixen més radiació solar i emmagatzemen menys calor que les superfícies urbanes comunes com asfalt i formigó.
- **Captura i emmagatzematge de carboni:** Es refereix al procés de creixement i emmagatzemant de carboni en l'estructura de la planta o en el sòl. Els SUDS introdueixen nova vegetació que absorbeix CO₂ de l'atmosfera.
- **Reducció de la demanda d'energia dels edificis:** A més de reduir l'efecte d'illa de calor urbana, els arbres poden reduir la necessitat de refrigeració durant l'estiu a través de l'ombra directa, i els sostres verds poden reduir la necessitat de calefacció i refrigeració en augmentar l'aïllament del sostre.
- **Ecologia urbana:** els SUDS tenen el potencial de donar suport a la biodiversitat proporcionant menjar i refugi per pol·linitzadors i altra flora i fauna beneficiosa dins de l'entorn urbà.
- **Qualitat d'aire:** A través de processos de respiració natural, la vegetació en el SUDS físicament i químicament elimina contaminants de l'aire.
- **Qualitat de vida:** els SUDS, quan s'implementen amb fàcil accés públic i en àrees amb escassa vegetació, proporciona beneficis significatius a la ciutadania, que poden reflectir-se en l'augmentada del valor de les propietats, la disminució d'actes delictius i la millora de la salut pública i de l'estat psicològic dels veïns.

• **Treballs verds:** la implementació de SUDS crearà noves oportunitats de feina, o la possibilitat de mantenir llocs de treball existents especialment en el camp de l'operació i el manteniment dels SUDS, per treballadors que altrament poden ser parats o infraempleats.

• **Foment de Xarxa d'Infraestructura Verda:** la implementació de SUDS implica la creació de nous espais verds i superfície vegetada, el que vindria a afegir-se a la xarxa de verd urbà. Per altra banda, es poden integrar els espais verds que no reben l'escorriment d'altres superfícies, com a un SUDS No Estructurals dintre de l'estratègia de gestió de l'aigua i la reducció de generació d'escorriment. Tots plegats, aquests espais verds es poden configurar com Corredors Verds dissenyats per afavorir la biodiversitat i tractar l'aigua de pluja.



Molts d'aquests beneficis es deuen a la presència de vegetació en els SUDS, especialment de l'arbrat, i és important que es valoren i consideren adequadament pels governants municipals (TDAG, 2012).

Aquests beneficis estan també reconeguts per l'EPA, que ademés inclou els de la mitigació d'inundacions i l'augment de l'eficiència del sistema d'abastiment (aprofitant l'aigua dels aljubs per a reg i neteja, i recarregant els aqüífers que abasteixen a les poblacions) entre altres, presentant nombroses referències en la seva pàgina web (EPA, 2017).

Un llistat més exhaustiu dels beneficis que cada tipus de SUDS pot reportar, basat en una àmplia recerca bibliogràfica, es troba a Wade *et al.* (2015).

Altres referències aporten valors de reducció de contaminants, tant de manera quantitativa (Davis *et al.*, 2009; Drake *et al.*, 2014; Low Impact Development Center, 2010; Llopart-Mascaró *et al.*, 2010; Perales-Momparler *et al.*, 2014; Scholz i Grabowiecki, 2007; Woods-Ballard *et al.*, 2015) com en percentatge (ARC, 2016).

Cal destacar també que els SUDS ajuden a l'obtenció de punts per acreditacions de sostenibilitat com LEED (USGBC, 2016) i BREEAM (BRE, 2017). De fet, aquestes acreditacions consideren que la gestió a l'àmbit de desenvolupament de l'escorrentia produïda és la millor manera de replicar els processos hidrològics de l'entorn i que la manera de fer-ho ha de ser mitjançant desenvolupaments de baix impacte (DBI) i infraestructura sostenible.

Mentre que els beneficis relatius a la quantitat i qualitat de l'escorriment són freqüentment estimats, no és el cas dels altres beneficis addicionals (mediambientals, socials i econòmics). En els últims anys s'han desenvolupat diverses metodologies per comptabilitzar els múltiples beneficis del SUDS i ajudar a prendre decisions més informades a l'hora de destinar recursos (CNT i American Rivers, 2010; Morales-Torres *et al.*, 2016; CIRIA, 2016).

CATEGORY	PRESENT VALUE OVER 40-YEAR ANALYSIS PERIOD (2015\$)
COSTS	\$890,546,000
First cost	\$583,879,000
Operations and maintenance	\$206,523,000
Additional replacements	\$98,600,000
Employment training	\$1,546,000
BENEFITS	\$2,942,239,000
Energy	\$346,754,000
Financial incentives	\$65,604,000
Stormwater	\$1,438,893,000
Health	\$524,131,000
Climate change	\$454,110,000
Reduced portable water use	\$15,868,000
Reduced salt use	\$693,000
Employment	\$112,056,000
NET PRESENT VALUE	\$2,051,693,000

Un exemple d'aplicació és el realitzat en la ciutat de Lancaster (Pennsylvania, EE.UU.) (EPA, 2014). Un altre és l'estudi realitzat recentment per a la ciutat de Washington DC (EE.UU.), en el que han participat més de 100 experts, conclou que no considerar la gestió del sol i la pluja de manera sistemàtica costa a les ciutats milers de milions de dòllars de despeses innecessàries en salut, energia i altres costos de drenatge, a més de degradar el confort, l'habitabilitat i la resiliència urbana. L'anàlisi de detall dels costos i beneficis d'instal·lar combinacions de cobertes vegetades o reflectants, panells fotovoltaics, aljubs, franges de biorretenció, paviments permeables o reflectants i arbres en Washington DC indica que es podrien obtenir beneficis nets superiors als 2.000 milions de dòllars en 40 anys (Kats and Glassbrook, 2016).

3. OBJECTIUS

De tot l'anterior es desprèn la necessitat d'elaborar per Barcelona un Pla de Gestió d'Aigües Pluvials que inclogui SUDS en la seva estratègia de gestió de la precipitació, i aquesta hauria de tenir importants efectes sobre el disseny urbà i de vies públiques tant com el dels espais verds. Els objectius a assolir per la creació d'una estratègia de drenatge urbà sostenible per Barcelona podrien ser els següents:

3.1. Objectius Estratègics

- a) La creació d'un sistema SUDS descentralitzat que afavoreixi la biofiltració i fitodepuració localitzada de l'escorrentia.
- b) Promoure la inclusió de SUDS en els projectes d'arquitectura, enginyeria i paisatgisme, especialment els de nova urbanització o millora i rehabilitació d'espai públic.
- c) Garantir que a llurs projectes, l'eventual augment de l'escolament respecte del valor corresponent a la situació preexistent pugui ser compensat dintre de l'àmbit afectat o sigui irrelevant.
- d) Exigir al tràmit de projectes la realització d'un estudi hidrològic-hidràulic per a avaluar l'eventual augment de l'escolament produït per la impermeabilització o urbanització d'una superfície.
- e) Estendre el concepte a tot l'espai urbà, incloent-hi vials, carrers, places, cobertes d'edificis públics, espais escolars, espai d'art públic, carrils de bicicleta, i altres, en especial als espais verds i d'arbrat viari.
- f) Revaloritzar els espais verds (parcs, jardins, parterres, escocells, etc.) com Infraestructura Verda i consideració de la seva conservació i manteniment com inversió en el foment de la resiliència.
- g) Incrementar els serveis ecosistèmics que afavoreixen el confort tèrmic microclimàtic i la salut i benestar dels ciutadans.
- h) Inclusió de les SUDS a les ordenances, normatives i plecs tècnics de la Ciutat de Barcelona.

3.2. Objectius Socials

- a) Desenvolupament de projectes d'increment del benestar ambiental comú a l'espai públic.
- b) Incrementar el respecte i la participació veïnal en la conservació del verd i la gestió de l'aigua.
- c) Promoure la inversió en manteniment per retenir inversió local i desenvolupar econòmicament la comunitat.

3.3. Objectius Ambientals

- a) Reduir les temperatures mitjanes microclimàtiques mitjançant evaporació i evapotranspiració.
- b) Incrementar la resiliència de l'espai urbà i el clavegueram convencional davant el canvi climàtic.
- c) Preservar i recuperar els espais oberts que fan les funcions de conques i de canals naturals, línies divisòries entre conques, línies de costa i/o planes al·luvials.

3.4. Objectius Tècnics

- a) Laminar el cabal escorrentiu en temps de pluja i reduir el volum d'escorrentia abocat al clavegueram.
- b) Capturar i biofiltrar les aigües de primer rentat (les més contaminades).

- c) Reduir el volum d'aigua abocat al medi, i per tant, reduir la contaminació abocada.
- d) Reducció d'inundacions de carrers i espais públics en esdeveniments de tempesta.
- e) Millora de la qualitat d'aigua a infiltrar i l'abocada al clavegueram.
- f) Fomentar la creació de les superfícies permeables i poroses, especialment les vegetals.
- g) Afavorir la bioremediació i biofiltració de l'aigua contaminada que faciliten les plantes.
- h) Incrementar la retenció, infiltració d'aigua i la recàrrega d'aqüífers per facilitar la reutilització.
- i) Reduir l'emissió d'aigües residuals a l'estació depuradora.
- j) Desenvolupar una tipologia comú a tots els operadors municipals per a l'aplicació de SUDS a Barcelona.

3.5. Tipologia

D'acord amb els criteris expressats, la taula següent (**Figura nº 1**) mostra els principals tipus de SUDS Estructurals, que poden organitzar-se en nivell creixent de servei de tractament així com nivell creixent de reducció de volum (City of Mesa, 2015; JSCWSC, 2009; Morales-Torres, A., 2015; UACDC, 2010):

Tipus	Descripció	Imatges	
Aljubs (R-ALJ) 	Són estructures que emmagatzemen d'aigua de pluja per al seu ús al voltant (rec, neteja). Poden ser prefabricats o no, de diversos materials (polipropilè, formigó), i estar soterrats o a l'aire lliure.		
Rases drenants (F-RAS) 	Estructura lineal subterrània de captació i filtració d'aigua de pluja per a la seva conducció amb flux reduït a punt de vessament, formada generalment per cel·les estructurals o graves, embolicats amb geotèxtil i amb conducte de drenatge.		
Franges vegetades (F-FRA) 	Són superfícies amb vegetació, en general disposades longitudinalment, que permeten que l'aigua de pluja corri al seu través, reduint la velocitat del flux i aconseguint el filtrat (sempre que l'amplària siga suficient).		
Cobertes verdes (F-COB) 	Terrasses d'edificis amb vegetació extensiva (generalment sedums, amb una petita capa de sòl i no transitable) o intensiva (amb major varietat de vegetació de diferent tamany, substrat gruix i generalment accessibles). Damunt de la impermeabilització compten amb una capa drenant.		
Paviments permeables (I-PAV) 	Són superfícies transitables que permeteixen el pas de l'aigua al seu través, l'emmagatzemenent a la sub-base (a base de grava i/o geocel·les) i la infiltració o evacuació a través de tubs o estructures drenants. Poden ser superfícies contínues poroses (formigó, asfalt, resines), modulars poroses (gespa o grava reforçada, llambordes poroses) o modulars permeables (llambordes amb junta).		



















Pous, rases i dipòsits d'infiltració / detenció (I/D-DIP) 	Estructura subterrània de laminació i acumulació d'aigua de pluja per a la seva infiltració al terreny o vessament controlat, formada generalment per cel·les estructurals o grava, envoltats amb geotèxtil.		
Escocells d'infiltració (I-ESC) 	Sistemes que permeten l'acumulació d'aigua al sobre d'uns substrats que compleix les condicions edafològiques necessàries per a l'arbrat urbà però que resolen el problema de càrrega de trànsit barrejant terra vegetal modificada amb pedra angular o cel·les estructurals.		
Parterres inundables (I/D-PAR) 	Són depressions de poca profunditat amb vegetació, que aporten laminació de les aigües de pluja. Poden fer les funcions d'estanys d'infiltració (de l'aigua al terreny) o de detenció (amb conducció a punt de vessament).		
Cunetes vegetades (T-CUN) 	Són llargs canals poc profunds, amb una pendent suau del terreny, on l'aigua de pluja corri a través de la vegetació, reduint el flux i aconseguint el seu filtrat.		
Estanys i aiguamolls (T-EST) 	Llacunes artificials amb làmina permanent d'aigua dissenyats per millorar la qualitat de les aigües de pluja i per laminar el cabal de vessament.		
Franges de biorretenció (T-BIO) 	Grans escocells per generar espais de creixement radicular pels arbres i vegetació als carrers, al temps que afavoreixen la laminació, el tractament i posterior infiltració d'aigua al terreny.		

Figura nº 1. SUDS Estructurals aplicables a la Ciutat de Barcelona: taula.

3.6. Tipificació dels dispositius a Barcelona

Els SUDS Estructurals es componen de Xarxes i Dispositius, que alhora poden ser superficials i subterranis, tots amb diferents graus d'efectivitat i amb diverses funcions, que poden ser:

- a) laminació,
- b) intercepció,
- c) filtració,
- d) infiltració,
- e) retenció i emmagatzematge,
- f) desguàs.

Els SUDS poden tractar l'aigua de manera més o menys biològica, amb un gradient de solucions intermèdies capaces de gestionar un volum d'aigua variable segons la seva configuració.

Classificar i tipificar aquests sistemes segons la quantitat i la manera que tracten l'aigua d'escorrentia capturada permet generar una matriu que organitzi els diferents dispositius de manera gradual d'acord amb les seves prestacions físiques i biològiques.

Per tant, és possible establir el següent quadre (Figura nº 2) pels dispositius SUDS Estructurals aplicables a la Ciutat de Barcelona:

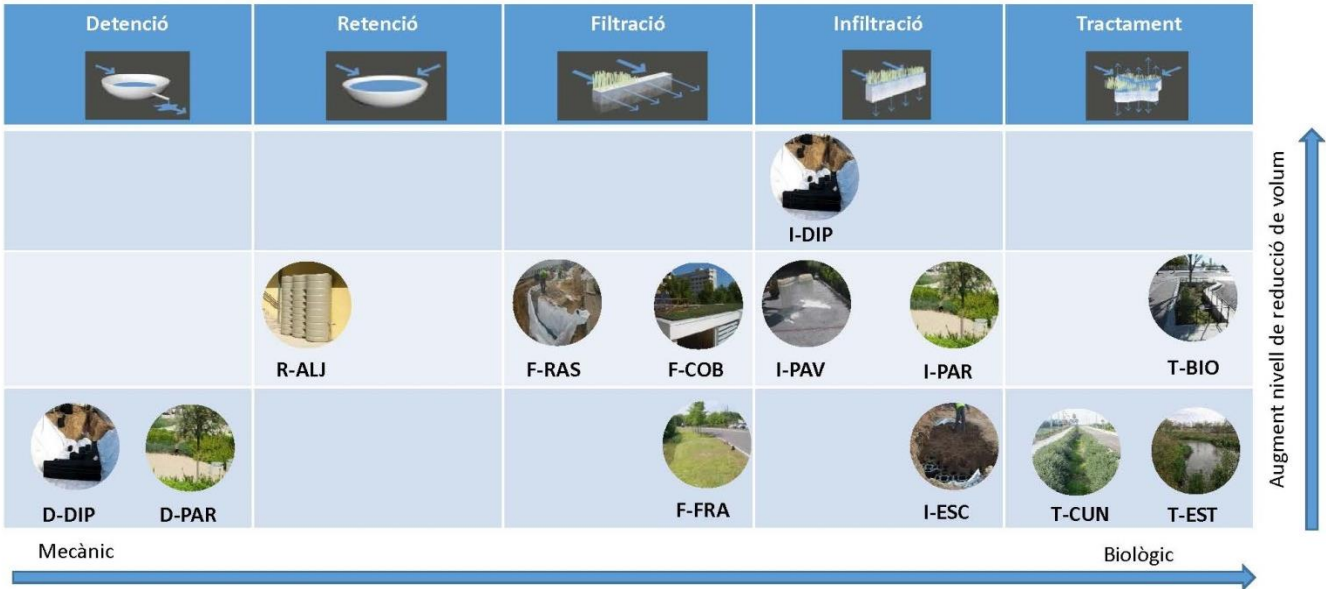


Figura nº 2. SUDS Estructurals aplicables a la Ciutat de Barcelona: quadre resum.

Els codis emprats a la tipificació destaquen, amb la primera lletra, la funció principal que realitzen (D: Detenció, R: Retenció, F: Filtració, I: Infiltració, T: Tractament), contenint tot seguit les tres primeres lletres del nom del dispositiu.

3.7. Selecció dels dispositius

A l'hora de seleccionar els tipus de SUDS a utilitzar en un determinat àmbit, és fonamental definir les prestacions i els objectius desitjats per aquests sistemes.

La següent taula resumeix els beneficis potencials de cada tipus de SUDS que solen servir com a criteris de disseny, així com els costos de construcció i manteniment relatius (City of Mesa, 2015; Ellis *et al.*, 2014; JSCWSC, 2009; Low Impact Development Center, 2010; Morales *et al.*, 2015; Woods-Ballard *et al.*, 2015):

Tipus SUDS	Reducció del cabal punta	Reducció del volum d'escorriments		Millora de la qualitat de l'aigua	Beneficis per al ciutadà	Beneficis per a la biodiversitat	Cost de construcció	Cost de manteniment
		Events freqüents	Events extrems					
Cobertes verdes (F-COB)	+	++		++	++	++	Alt	Mig
Aljubs (R-ALI)	+	++	+		++		Baix	Baix
Paviments permeables (I-PAV)	++	++	++	++	+	+	Alt	Mig
Sòls estructurals (I-SOL)	++	++		++	++	++	Mig	Mig
Franges vegetades (F-FRA)		++		++	+	+	Baix	Baix
Franges de biorretenció (T-BIO)	++	++	++	++	++	++	Mig	Mig
Jardins inundables – infiltració (I-JAR)	++	++	++	++	++	++	Mig	Mig
Jardins inundables – detenció (D-JAR)	++	++		++	++	++	Baix	Baix
Pous ¹ , rases ¹ i dipòsits d'infiltració (I-DIP)	++	++	++	++	+	+	Baix ¹ /Alt ²	Baix ¹ /Mig ²
Rases drenants (F-RAS)	++	+		++	+	+	Mig	Baix
Cunetes vegetades (T-CUN)	++	++	+	++	++	++	Baix	Baix
Estanys ¹ i aiguamolls ² (T-EST)	++			++	++	++	Mig	Mig ¹ /Alt ²

++ Compliment d'objectiu probable
+ Compliment d'objectiu possible, si especialment dissenyat

4. NORMATIVA DE DRENATGE SOSTENIBLE I ALTRA DOCUMENTACIÓ RELEVANT

4.1. Internacional

En les dècades dels 80 i 90 comencen a sorgir diversos termes per descriure l'evolució des d'una aproximació en gran part centrada en l'atenuació d'inundació i la protecció de la salut, a una que té en compte una ampla gamma de consideracions mediambientals, sanitàries, socials i econòmiques, emprant-se principalment els següents termes (Fletcher *et al.*, 2015) (acrònim/lloc on s'utilitza/any de la primera referència trobada a la literatura): *Best Management Practices* (BMPs/ Estats Units i Canadà/ 1972); *Low Impact Development* (LID/ Amèrica del Nord i Nova Zelanda/ 1977); *Techniques alternatives* (TA/ França/ 1981); *Alternativen zur Regenwasserableitung* (-/ Alemanya/ 1990); *Water Sensitive Urban Design* (WSUD/ Austàlia/ 1992); i *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS/ Regne Unit/ 1997). En l'última dècada, en els Estats Units sorgeixen amb força els termes *Stormwater Control Measures* (SCMs) i *Green Infrastructure* (GI). A Espanya, la primera referència és de 1995, sota el terme Tècniques Compensatòries d'Infiltració-Retenció (TECIR), i a Llatinoamèrica destaca la guia de disseny publicada pel Ministeri d'Habitatge i Urbanisme en 1997 titulada "Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos". Cal destacar el terme utilitzat a la Xina, *Sponge Cities*, que dona nom al programa nacional posat en marxa en 2013 per combatre les inundacions en les ciutats (The Guardian, 2016).

A continuació es presenten unes pinzellades del desenvolupament del marc regulatori entorn aquesta aproximació al drenatge urbà a l'àmbit internacional. Per claredat s'empra el terme SUDS genèricament, sabent que no és completament sinònim i que cada terme té les seves particularitats.

En 1972, el Congrés dels Estats Units va introduir modificacions en la seva legislació sobre aigua (*Clean Water Act*) per controlar abocaments contaminants al medi receptor (*National Pollution Discharge Elimination System, NPDES*). Els primers esforços es van encaminar cap a la reducció de contaminants provinents dels processos industrials i dels abocaments d'aigües residuals municipals, i a mesura que es van imposar les mesures de control en aquestes fonts de contaminació puntuals, va anar quedant patent que la contaminació provinent de fonts difuses també era molt preocupant, especialment l'arrossegada pel vessament. En 1990, l'Agència de Protecció Mediambiental Nord-Americana (USEPA, o EPA) va establir la necessitat d'obtenció de permisos per abocaments de pluvials per a ciutats de més de 100.000 habitants, requeriment que s'estén a la resta en 1999. Pel que fa als abocaments (descàrregues) dels sistemes unitaris en temps de pluja, donat que la estratègia de control establerta en 1989 no va donar els resultats esperats, l'EPA va emitir en 1994 reglamentació de control (*Combined Sewer Overflow -CSO- Control Policy*) lligada al programa de permisos NPDES. Per a l'obtenció dels permisos NPDES, que han de ser renovats cada cinc anys, és necessària l'elaboració d'un Pla de Gestió de Pluvials que consideri estratègies i tècniques SUDS, de manera que es minimitzi tot el possible la càrrega contaminant abocada al medi receptor. El compliment de programes tant federals, estatals com locals, gira entorn de l'ús de SUDS (EPA, 2004).

En l'última dècada, l'EPA i altres organitzacions dels Estats Units han llançat un nombre considerable de normativa, declaracions i resolucions explicant els beneficis d'utilitzar la infraestructura verda (SUDS) per reduir la producció d'escoriment, les descàrregues dels sistemes de sanejament unitaris i la contaminació difusa, fomentant la seva implementació als programes municipals de gestió de pluvials (EPA, 2008). El capítol 5 d'aquest document presenta a manera d'exemple com les ciutats de Nova York, Filadèlfia i Sant Francisco estan fent front a les descàrregues de les xarxes de clavegueram, introduint SUDS per gestionar l'aigua de pluja i creant al seu torn comunitats més agradables i sostenibles, gràcies a l'esforç coordinat entre els diferents departaments municipals.

A Austràlia, en la dècada passada, el marc regulatori l'estableix la Iniciativa Nacional d'Aigua (NWI) (Council of Australian Governments, 2004), que estimula i orienta als estats i territoris a investigar i desenvolupar les millors pràctiques per aconseguir ciutats sostenibles en l'ús i gestió de l'aigua. En compliment de la clàusula 92 (ii) del NWI, en 2009 es publica una guia nacional (JSCWSC, 2009) que promou l'ús de SUDS, presentant els principals tipus i com avaluar projectes de disseny urbà sensible a l'aigua, invitant als governs regionals i locals a incorporar aquesta aproximació amb les particularitats de cada territori. La regió de Victòria és pionera en establir normes ambientals urbanes i programes, instruments i incentius per a la seva consecució (Victorian Stormwater Committee, 2006), sent l'estratègia de la ciutat de Melbourne, publicada en 2009 i actualitzada en 2014 (City of Melbourne, 2014) referent internacional (entre altres fixa objectius específics de reducció d'escoriment, augment d'infiltració i qualitat d'aigua lligats a l'estratègia d'espais oberts). El capítol 5 presenta l'experiència de la ciutat de Perth, per tindre un clima més similar a Barcelona.



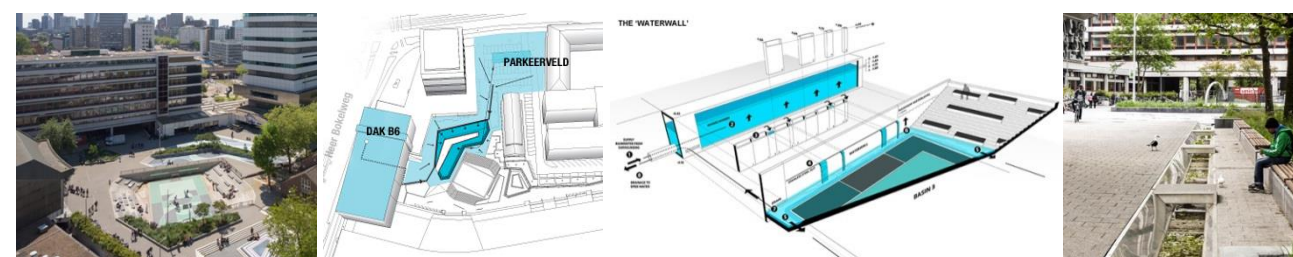
Cal mencionar l'establiment en 2012 del Centre de Recerca Cooperatiu per Ciutats Sensibles a l'Aigua (Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities, CRCWSC) per ajudar a canviar la manera en què es dissenyen, es construeixen i es gestionen les ciutats australianes, valorant la contribució de l'aigua a l'àmbit urbà. La positiva experiència del CRCWSC va ser decisiva per al establiment en 2016 d'una entitat similar a Israel, presentada a Kfar Saba, el lloc on es va construir el primer SUDS en 2009, molt particular perquè en temps sec s'utilitza per millorar la qualitat d'aigua de l'aqüífer (Jerusalem Post, 2016; KKL-JNF, 2016). Foto crèdit: Yossi Zeliger.

A Malàisia, on la precipitació anual és de 2.500 mm i que sofreix fortes pluges convectives (la intensitat de pluja de disseny per a una coberta vegetada en Kuala Lumpur és de 352 mm/h) que causen inundacions (*flash-floods*) en moltes localitats, la promoció dels SUDS va començar en 1989. En 2000 el govern va publicar un nou manual de drenatge urbà, requerint l'ús de SUDS per controlar els aspectes de quantitat i qualitat de l'escoriment urbà (obligatori per a nous desenvolupaments des del 2001). L'última revisió data de setembre del 2016 (DID, 2016). A Llatinoamèrica, destaca el cas xilè, que es presenta al capítol 5 en analitzar el cas de Santiago de Xile.

La normativa de referència a Europa en temes de drenatge ve recollida per les Directives 2000/60/CE i 2007/60/CE del Parlament Europeu i del Consell, però cal destacar dos documents més recents publicats per la Comissió Europea. En el primer (2012), es fomenta la utilització de materials i superfícies permeables, la infraestructura verda i els sistemes naturals de captació d'aigua. El segon (2014), promou la infraestructura verda especialment a l'àmbit urbà, per gestionar l'aigua de pluja i el risc d'inundacions, fomentant la multifuncionalitat dels espais i com a part d'estratègies de regeneració urbana.



Països com França, Suècia, Holanda o Alemanya tenen una àmplia experiència amb SUDS. Un exemple d'integració de la gestió de les escorrenties en l'espai públic, multifuncional, és el de la Plaça Benthemplein a la ciutat de Rotterdam (De Urbanisten, 2012):



Al Regne Unit, la Llei de gestió d'aigua i inundacions (UK Government, 2010) és el principal instrument legislatiu. Els seus objectius s'agrupen en tres blocs, sent un d'ells el de major sostenibilitat, promovent l'ús de SUDS. Per altra banda, els SUDS també reben un fort suport en la política nacional de planificació (Department for Communities and Local Governments, 2012). Però són les autoritats locals les que obliguen a la seva implementació. En el cas de Londres, la justificació està en la estratègia d'adaptació al canvi climàtic, i la guia recentment publicada exemplifica com és i pot ser la integració dels SUDS a l'espai públic (Transport for London, 2016):



Els països del nord i centre d'Europa segueixen estant al capdavant de la implantació dels SUDS una dècada després que un informe recollís que hi havia poques experiències al Mediterrani (Deutsch *et al.*, 2003), però s'ha avançat prou, segons es recull en els següents apartats.

4.2. Estat Espanyol

Aquesta manera alternativa (i complementària) de gestionar l'aigua de pluja, amb la creació d'espais verds multifuncionals que retenen i absorbeixen l'aigua de pluja, refrendada per Nacions Unides (ONU-Hàbitat 2015; Naciones Unidas, 2016; UNEP, 2014), té el seu suport també a l'Estat Espanyol.

Des de que al 2002 l'Institut per a la Diversificació i l'Estalvi de l'Energia presentés el districte de Kronsberg, a Alemanya (imatge), com exemple de urbanització sostenible on l'aigua de pluja és gestionada amb SUDS (IDAE, 2002), són diverses les publicacions que aposten per la descentralització de la gestió de l'aigua de pluja vinculada al cicle de l'aigua urbà, mitjançant la permeabilització de les superfícies urbanes, la captació d'aigua en aljubs, la construcció de cobertes vegetades, etc., que deurién ser obligatòries per normativa municipal per a noves actuacions urbanístiques i fomentades amb incentius econòmics per a accions de regeneració urbana (Comité de Expertos en Sequía del MMA, 2007). Segons el Llibre Verd de Sostenibilitat Urbana i Local (Rueda, 2012, p.301), en relació al risc d'inundació, considera que “és fonamental que en els processos d'urbanització s'exigeixi el manteniment de la permeabilitat del sòl, per assegurar que després de la urbanització es produeixi la mateixa infiltració d'aigua de pluja al subsòl que la que es produiria en règim natural”, i afegeix que “aquest objectiu s'aconsegueix mitjançant tècniques d'urbanització de baix impacte que compensin les zones impermeabilitzades per l'edificació i les infraestructures amb zones d'infiltració forçada, a fi de mantenir l'equilibri global del cicle hidrològic”.



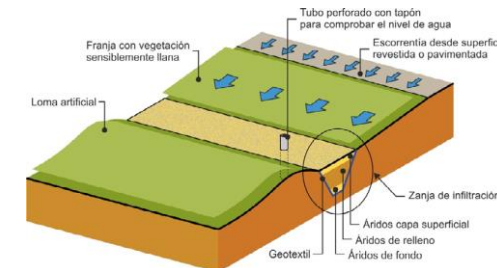
Cal mencionar també la guia metodològica de certificació de l'urbanisme ecològic (Agència de Ecologia Urbana de Barcelona, 2014), elaborada amb l'objectiu de poder avaluar d'una manera més objectiva la sostenibilitat de les actuacions urbanístiques exigida per la Llei 2/2011, d'Economia Sostenible. Aquesta destaca entre els principals objectius de l'urbanisme ecològic, el foment dels espais multifuncionals i la compensació del segellat del

sòl mitjançant sòls permeables que potenciïn la vida vegetada, regulin el cicle hidrològic i millorin les condicions de confort ambiental. Així mateix, fa especial èmfasi en l'aprofitament de les aigües pluvials, i la participació dels ciutadans en la discussió dels projectes urbans. Aquestes accions formen també part de les mesures per a la mitigació i adaptació al canvi climàtic en el planejament urbà de la guia editada per la Federació Española de Municipis i Províncies (Red Espanyola de Ciutats per el Clima, 2015).

Pel que fa a la normativa estatal, cal destacar el Reial Decret 1290/2012 (Boletín Oficial del Estado, 2012) que en el seu article 259ter indica que els projectes de nous desenvolupaments urbans hauran de plantejar mesures que limitin l'aportació d'aigües de pluja als col·lectors. Aquest enfocament es veu així mateix recolzat pel Reial Decret 233/2013 (Boletín Oficial del Estado, 2013), que subvenciona, entre altres, la implantació de sistemes que afavoreixin la reducció del volum d'aigua abocat al sistema públic de clavegueram i la millora de la permeabilitat del sòl, tant en edificis i parcel·les (Cap. V Art. 20 punts 2i i 2h) com en espais públics (Cap. VI Art. 26 punt 1b), en fomentar obres de gestió sostenible dels escurriments urbans.

De les revisions dels plans hidrològics, cal destacar el de la demarcació hidrogràfica del Cantàbric Oriental (Boletín Oficial del Estado, 2016a), que en l'article 44.1 diu: “Les noves urbanitzacions, polígons industrials i desenvolupaments urbanístics que puguin produir alteracions en el drenatge de la conca o conques interceptades hauran d'introduir sistemes de drenatge sostenible (ús de paviments permeables, tancs o dispositius de tempesta, etc.) que garanteixin que l'eventual augment d'escurriments respecte del valor corresponent a la situació preexistent pot ser compensat o és irrellevant”.

Més rellevant si cap és el Reial Decret 638/2016, de 9 de desembre, que en el marc dels criteris per al disseny de les actuacions en domini públic hidràulic, estableix que “les noves urbanitzacions, polígons industrials i desenvolupaments urbanístics en general, hauran d'introduir sistemes de drenatge sostenible, tals com a superfícies i acabats permeables, de manera que l'eventual increment del risc d'inundació es mitigui. A aquest efecte, l'expedient del desenvolupament urbanístic haurà d'incloure un estudi hidrològic-hidràulic que ho justifiqui”.



A l'Estat Espanyol es troben a faltar guies y manuals que indiquen com dissenyar, construir i mantenir els SUDS, encara que s'hi pot trobar alguna informació a la monografia de gestió de les aigües pluvials del CEDEX (Puertas *et al.*, 2008) i a la nova norma de drenatge superficial de la Instrucció de Carreteres, d'on és aquesta figura (Boletín Oficial del Estado, 2016b).

4.2.1. Galícia

En l'àmbit normatiu cal destacar les Instruccions Tècniques d'Obres Hidràuliques de Galícia, ITOHG (Anta *et al.*, 2009), on es fan una clara aposta pel control de la contaminació associada a les aigües pluvials i s'estableix com a solució més adequada l'ús de SUDS. A més de la promoció i potenciació de la construcció i explotació dels SUDS, considera que es requereix una conscienciació social i un canvi de paradigmes, que necessàriament han d'adoptar-se de manera gradual, i que és fonamental treballar en diversos fronts: neteja dels carrers, programes d'educació pública, programes de gestió de residus, control de fertilitzants i pesticides, control de l'erosió del sòl, i control de l'escurriments de zones comercials i industrials. Així mateix, considera l'ordenació del territori i el planejament urbanístic eines claus en la gestió sostenible dels recursos hídrics en el mitjà urbà, i insta a gestionar d'una manera ordenada i coherent, de forma integral i integrada, els sistemes de sanejament i drenatge.



4.2.2. Comunidad de Madrid

La ciutat de Madrid va ser pionera amb l'aprovació de l'Ordenança de Gestió i Ús Eficient de l'Aigua (Ayuntamiento de Madrid, 2006), la qual exposa que el model de gestió dels recursos hídrics ha de prendre com a base el cicle natural de l'aigua, i recull una sèrie de mesures susceptibles de regulació, en l'àmbit de la seva competència, que permetin avançar en un ús més sostenible de l'aigua a la ciutat. Per exemple, en el seu article 8, estableix que en les actuacions d'urbanització ha de minimitzar-se la proporció de paviments impermeables, a fi d'afavorir la infiltració, establint uns mínims de permeabilitat en voreres (20%), bulevards i mitjanes (50%), places i zones verdes urbanes (35%). També fomenta la captació de l'aigua de pluja per a, entre altres, la recàrrega d'aqüífers (Criteri de Sostenibilitat de l'Annex II). L'aprofitament de l'aigua d'escorrentia també és un dels criteris establerts per a una jardineria sostenible en la ciutat de Madrid (Ayuntamiento de Madrid, 2007).



Els SUDS formen part del conjunt de bones pràctiques en arquitectura i urbanisme presentades en el manual que l'ajuntament de Madrid va publicar en el marc de l'Acció estratègica de Sostenibilitat Urbana (Ayuntamiento de Madrid, 2009), i són un dels pilars de l'iniciativa de regeneració urbana Madrid + Natural (Ayuntamiento de Madrid, 2015), dels que diu: "Els sistemes de drenatge d'espais urbans hauran d'adaptar-se per fer front als fenòmens meteorològics extrems. Els sistemes que emulen la infiltració natural de les aigües pluvials suposen solucions discretes, que a petita escala ajuden a adaptar la xarxa evitant reestructuracions de major magnitud".

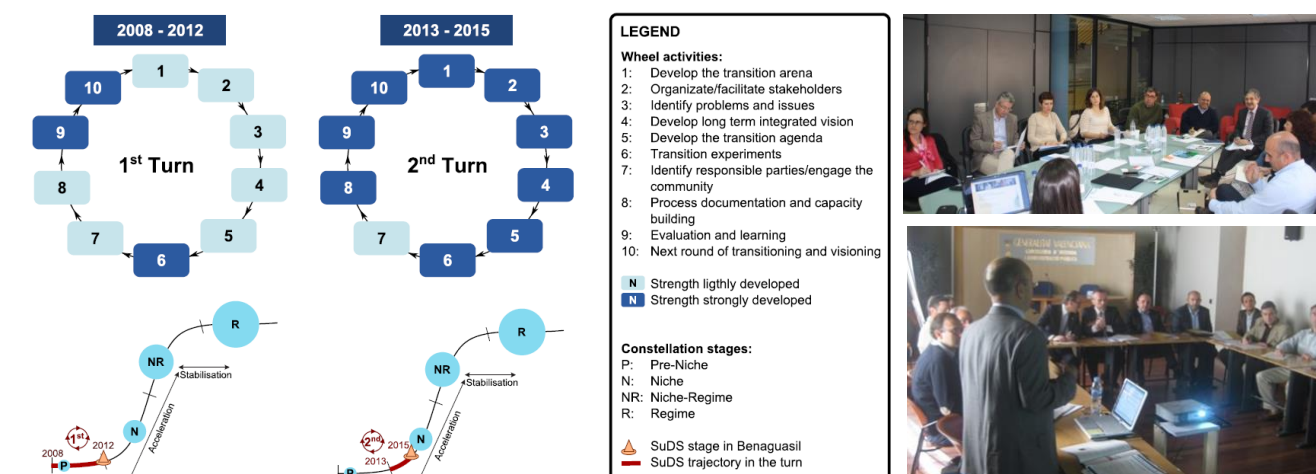
Les recentment publicades Normes per a Xarxes de Sanejament (CYII, 2016), donen una sèrie de directrius bàsiques per a la implantació de SUDS de manera que puguin ser tingudes en compte a l'hora de minimitzar els cabals d'escoriment utilitzats en el dimensionament de les infraestructures de sanejament. Aquestes normes indiquen que s'haurà de desenvolupar i redactar un programa de manteniment dels sistemes SUDS, adequat i particularitzat per a la tècnica en concret, des de l'etapa de planejament i durant tota la seva vida útil en fase d'explotació per aconseguir l'eficàcia requerida. També indica que l'ús de SUDS redunda en una reducció del cost de tractament respecte dels sistemes convencionals, havent-se constatat estalvis demostrables, i que a més existeixen dades que evidencien un estalvi en costos de construcció juntament amb la revaloració de les urbanitzacions.

4.2.3. Comunitat Valenciana

La necessitat de retenir, acumular i infiltrar l'aigua de pluja, incorporant el sistema natural de l'aigua en el mateix procés de concepció de Pla o Projecte, va ser recollida ja en la Guia de Regeneració Urbana Saludable editada per la Generalitat Valenciana (Rubio, 2008), destacant que és necessària una manera de pensar diferent, articuladora i integradora per a planificar les nostres ciutats.

Aquest canvi de paradigma no és senzill, però la experiència del municipi de Benaguasil és un referent clar del fet que és possible (Ballester-Olmos et al., 2015). L'estratègia desenvolupada per impulsar una transició cap a un Benaguasil renaturalitzat, més saludable i resiliència, que li ha valgut el Premi Ciutat Sostenible 2015 a escala nacional en la categoria del cicle de l'aigua, ha tingut tres pilars fonamentals: la construcció i monitorització d'infraestructures de drenatge sostenible en el nucli urbà, la formació de grups de treball i la comunicació i difusió de les experiències (Peris-García i Perales-Momparler, 2016). Aquest progrés ha sigut analitzat i representat en la següent figura, que invita a seguir treballant en les diferents activitats de la "Roda de la Transició",

formant part de grups de treball multidisciplinaris i multisectorials, tant a l'àmbit local com regional (Perales-Momparler et al., 2015).



A l'àmbit normatiu, el Pla d'acció territorial sobre prevenció del risc d'inundació en la Comunitat Valenciana (Diari Oficial de la Comunitat Valenciana, 2015) estableix que en el disseny de la infraestructura verda (que procurarà la millora de les funcions ecològiques que contribueixin a reduir l'impacte del risc d'inundació, així com la conservació i activació dels paisatges naturals i culturals relacionats amb l'aigua), es fomentarà l'ús de Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible (art. 23.9), i que tots els municipis de la Comunitat Valenciana deuen fomentar l'ús de SUDS (Annex 1.C.2). En la seva memòria, fica com a exemples els SUDS construïts en el marc del projecte europeu AQUAVAL en Xàtiva i Benaguasil (Perales-Momparler i Valls-Benavides, 2013).

Seguint aquesta recomanació, la ciutat de València recull en la nova Ordenança Municipal Reguladora del Sanejament (Ayuntamiento de Valencia, 2016), l'Annex de la Normativa per a la ciutat, que insta a l'ús de SUDS en noves urbanitzacions, que deuran incorporar en la mesura del possible mesures que fomentin la infiltració en les superfícies dels aparcaments, vials, centre de gloriets, mitjanes enjardinades, escocells i jardins (apartat 2.5).

4.3. Catalunya i Barcelona

De l'entitat municipal CLABSA sorgeix a la dècada dels 90' el primer article científic que es publica a Espanya en el qual es presenten els SUDS (sota la nomenclatura de Tècniques Compensatòries d'Infiltració-Retenció—TECIR) com a mesures de reducció en temps de pluja de les descàrregues dels sistemes unitaris de clavegueram (DSU) i els seus impactes (Malgrat, 1995). Es destaca la capacitat d'eliminació de contaminants d'aquestes tècniques fent referència a un informe de Denver (Colorado, USA) de 1990.

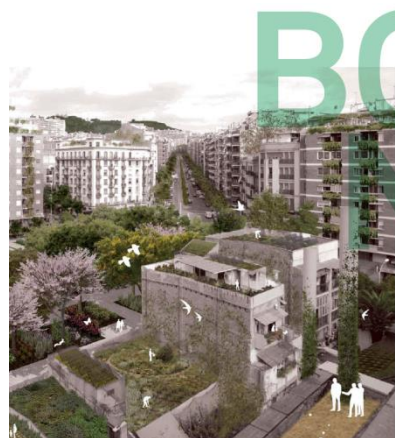
Barcelona també és pioner a l'àmbit normatiu, ja que el Pla Especial del Clavegueram de Barcelona de l'any 1997 (PECLAB-97) inclogué recomanacions per la implementació de SUDS (Castro-Fresno et al., 2013), ampliant els criteris de disseny dels SUDS al Pla Integral de Clavegueram de Barcelona del 2006 (PICBA'06). Una dècada després del PECLAB-97, l'informe ambiental del Pla Especial d'Infraestructures del Barri de la Marina de la Zona Franca proposa aprofitar les aigües pluvials i fomentar la seva infiltració en el subsòl per millorar l'eficiència en el Cicle de l'Aigua, i reduir la problemàtica resultant del col·lapse de les infraestructures de sanejament en períodes de pluja, de manera que fos un exemple a seguir de cara a futures transformacions de la ciutat, que la feren més sostenible. Aquest informe va donar cabuda als SUDS existents actualment en el barri, que es presenten en el capítol següent.

Fora de l'àmbit urbà, la Generalitat proposà l'ús de SUDS (pous i rases d'infiltració, rases drenants, cunetes vegetades, dipòsits d'infiltració i dipòsits de detenció) per al drenatge longitudinal de les carreteres, requerint una planificació i disseny multidisciplinari, i ressaltant la conveniència de comptar amb un bon sistema d'execució i manteniment (Generalitat de Catalunya, 2008).

En l'àmbit tècnic, en 2010, a sol·licitud de l'Ajuntament, CLABSA va preparar un document de proposta d'implantació de tècniques de drenatge sostenible a Barcelona (Ajuntament de Barcelona, 2010), i més recentment, BCASA ha elaborat un informe amb objecte de presentar una selecció de SUDS aplicables al viari de Barcelona (Ajuntament de Barcelona, 2016a). Però el document tècnic més influent a Barcelona a l'hora de projectar un sistema de drenatge és la guia de criteris tècnics generals de la xarxa de clavegueram de Barcelona (Ajuntament de Barcelona, 2015), que inclou els SUDS en l'epígraf d'altres aspectes a tenir en compte en projectes d'urbanització. Indica que els SUDS "permeten un millor control del procés d'escorriment en base als principis de reducció de la impermeabilització, emmagatzematge, i/o infiltració" i "també permeten eliminar quantitats importants de diversos contaminants, mitjançant processos naturals d'infiltració, sedimentació, precipitació, biodegradació o bioassimilació"; tanmateix, prescriu que "la xarxa de clavegueram a executar, [...] s'haurà de dimensionar igualment per la pluja de disseny de T=10 anys".

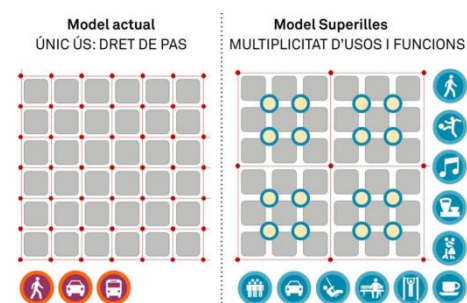
D'altra banda, cal destacar que el Plec d'Obra Nova de Jardineria (Parcs i Jardins de Barcelona, Institut Municipal, 2012) prioritza eliminar de forma natural l'excés d'aigua dins de l'espai verd (garantint una bona capacitat d'emmagatzematge i infiltració) abans de dissenyar un sistema de drenatge amb canonades soterrades. Al respecte, nomena la norma tecnològica de jardineria i paisatgisme dedicada als dispositius d'infiltració (NTJ 01K Parte2, 2014), que dóna recomanacions de projecte de drenatge, i ha estat redactada amb la participació de diversos membres de l'Ajuntament.

Com s'ha explicat en els capítols precedents, un pla de gestió d'aigües pluvials deu estar lligat a les metes de la ciutat, i per tant en comunió amb altres plans municipals. Dins de les línies d'acció de Barcelona pel clima (mobilitat, verd, energia, residus, consum), els dos plans més rellevants a considerar són:



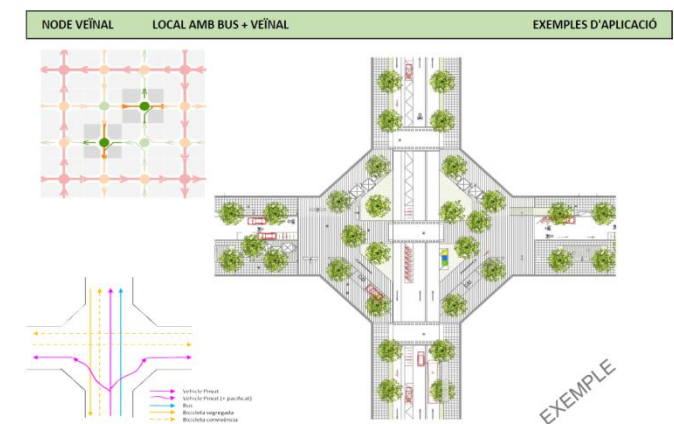
Pla del Verd i de la Biodiversitat 2012-2020 (Ajuntament de Barcelona, 2013a): planifica a llarg termini les actuacions per aconseguir una infraestructura ecològica que produeixi beneficis per a les persones i constitueixi no només un servei ambiental sinó social per afrontar els reptes de futur. El compromís de Barcelona és aprofitar totes les oportunitats per augmentar el verd a la ciutat amb l'objectiu d'incrementar 1'6 km² d'espais verds (parcs, jardins, corredors verds, arbrat, horts, terrats i cobertes verdes, etcètera) al 2030, és a dir, 1 m² més per habitant actual. Algunes de les línies estratègiques i accions passen per desplegar el projecte de xarxa de corredors verds, permeabilitzar sòl en l'espai públic i fomentar el verd privat mitjançant la promoció d'hortos, balcons, terrasses, terrats, cobertes, murs i patis enjardinats.

Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona (Ajuntament de Barcelona, 2013b): planteja un canvi donant més protagonisme als viatges de transport públic col·lectiu i a amb l'objectiu de millorar la qualitat i l'eficiència del conjunt del sistema de l'espai públic dedicada al ciutadà superilles en la seva totalitat suposarà 74,5 hectàrees de zones per al vianant i la bicicleta tindran prioritat. Les intervencions guanyaran qualitat urbana incorporant millores en l'accessibilitat, reducció del soroll i la contaminació i augment de la seguretat vial, amb possibilitats d'increment del verd urbà i dels usos i activitats d'oci al carrer entre d'altres.



2013-2018 (Ajuntament de Barcelona): conjunt de mesures encaminades a reduir l'ús del vehicle privat, de la ciutat, la seguretat viària i mobilitat. Pel que fa a la superilla, la implantació del Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona farà passar de les actuals 750 hectàrees on

Precisament aquest punt és de vital interès per al tema d'aquest estudi, ja que la implantació de les Superilles a Barcelona ofereix l'oportunitat de crear espais multifuncionals per al ciutadà millorant l'habitabilitat de la ciutat, espais on, entre d'altres, es gestioni l'aigua de pluja a l'àmbit local. Així es contempla al document de Criteris Tècnics per a la Implantació de les Superilles a Barcelona (Comissió d'Ecologia, Urbanisme i Mobilitat, 2016), que inclou criteris com "Maximitzar el nivell d'infiltració cap al freàtic" i "Sensibilitzar sobre els cicles naturals i la gestió sostenible dels recursos", establint percentatges mínims d'espai en superfície dedicat a la vegetació i de vial permeable.



Un altre document a considerar és el Pla tècnic per a l'aprofitament dels recursos hídrics alternatius de Barcelona (CLABSA, 2013), que recull la possibilitat de l'ús de SUDS com a font de recursos hídrics alternatius per zones verdes de certa envergadura (mitja hectàrea aproximadament).

Encara que és d'implantació obligatòria sols en les edificacions i construccions de titularitat pública, s'ha de mencionar que el reglament del servei metropolità del cicle integral de l'aigua (Consell Metropolità de Barcelona, 2012), estableix que aquestes han d'emmagatzemar les aigües pluvials recollides a les cobertes (o altres superfícies impermeables no transitades per vehicles ni per persones) en un dipòsit, que s'utilitzarà per proveir la xarxa de reg, si n'hi ha. Els usos als que es pot destinar són: el reg de jardins, neteja d'interiors i d'exteriors, cisternes d'inodors i qualsevol altre ús adient a les seves característiques.

Però si hi ha un document que justifica l'elaboració del present estudi, aquest és la nova proposta d'Ordenança Municipal de Medi Ambient (Ajuntament de Barcelona, 2016b) que, amb l'objecte de la protecció del medi ambient al terme municipal de Barcelona, obliga a introduir SUDS en noves urbanitzacions o zones objecte de millora integral que puguin produir alteracions en el drenatge de la conca o conques interceptades (Article 5.5-27).

Per concloure, cal destacar que el Pla de gestió del risc d'inundació del districte de conca fluvial de Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2016), pendent de tramitació una vegada finalitzat el període d'informació pública, contempla el SUDS com a una mesura de protecció dintre de la tipologia "Gestió de les inundacions urbanes/Drenatge urbà", sent el nombre de municipis en Àrees amb Risc Potencial Significatiu d'Inundacions (ARPSI) que disposen de SUDS un dels indicadors de resultats del Pla. A més, l'Acord de Govern que aprova el Programa de mesures del Pla, especifica en l'article 75 que els nous desenvolupaments urbanístics deuen introduir mesures correctores i/o compensatòries que garanteixin la menor alteració possible pel que fa a la situació preexistent, com poden ser, entre altres, la utilització de paviments permeables, l'execució de rases o estanys (Generalitat de Catalunya, 2017).

5. EXPERIÈNCIES DE DRENATGE SOSTENIBLE

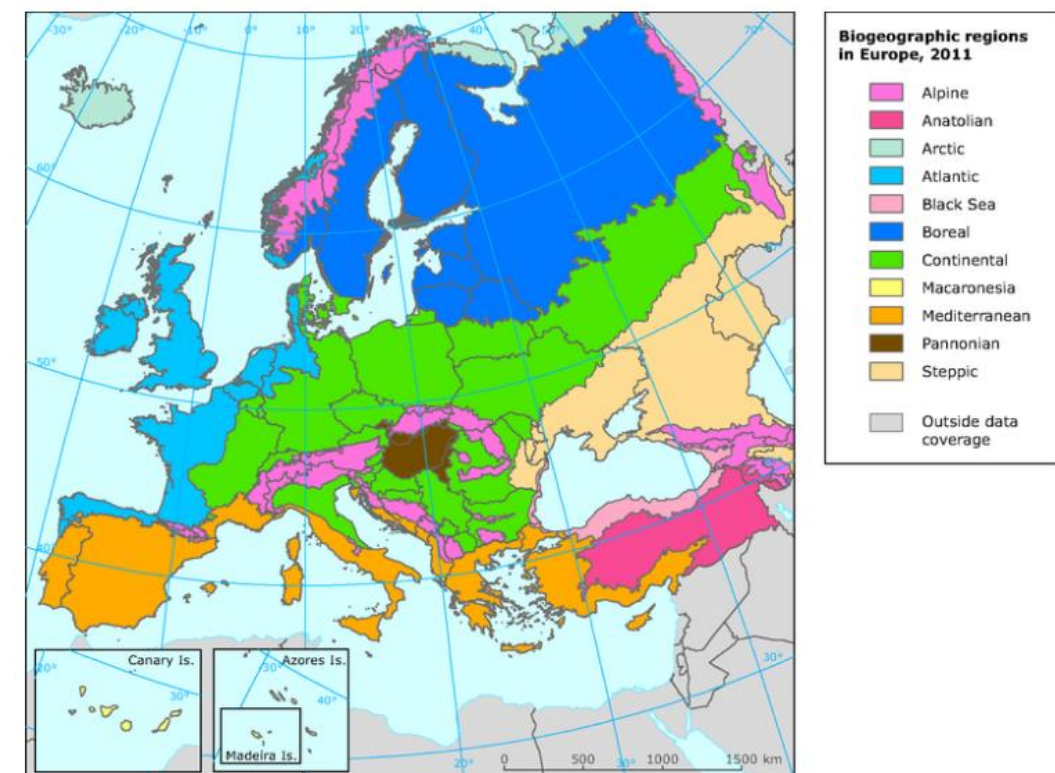
5.1. Internacional

Per a la selecció de les ciutats de referència a nivell internacional, no sols s'ha considerat l'experiència en la implantació de drenatge sostenible, sino també la correspondència climàtica amb la ciutat de Barcelona.

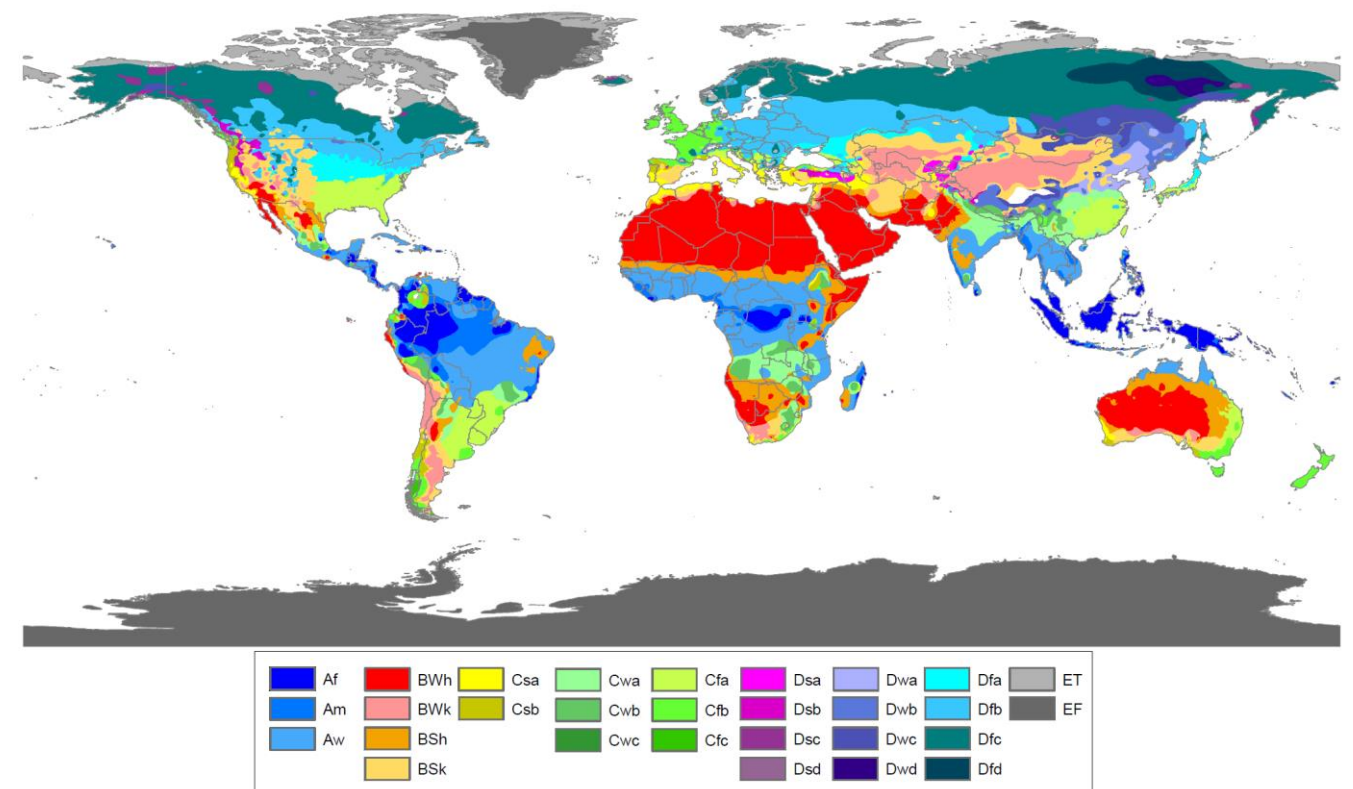
La regió biogeogràfica Mediterrànea segons l'Agència Mediambiental Europea (EEA, 2012), correspon a les regions BSk (àrid-estepa-fred), CSa (temperat-estiu sec-estiu calent), CSb (temperat-estiu sec-estiu tebi) i Cfa (temperat-sense estació seca-estiu calent) de la classificació climàtica de Köppen-Geiger segons l'actualització de Peel *et al.* (2007). En aquesta última, a la ciutat de Barcelona li correspon la regió CSa.

La següent taula resumeix la classificació climàtica de les ciutats considerades per a la selecció de les que es presentaran a continuació com a referència per a Barcelona:

Ciutat	Continent	Clasificació Climàtica
Barcelona	Europa	CSa: temperat- estiu sec- estiu calent
Nova York	Nord Amèrica	Cfa/Dfa: Temperat/Fred- sense estació seca-estiu calent
Filadèlfia	Nord Amèrica	Cfa/Dfa: Temperat/Fred- sense estació seca-estiu calent
Washington	Nord Amèrica	Cfa/Dfa: Temperat/Fred- sense estació seca-estiu calent
Sant Francisco	Nord Amèrica	CSb: temperat-estiu sec-estiu tebi
Los Angeles	Nord Amèrica	CSb: temperat-estiu sec-estiu tebi
Chicago	Nord Amèrica	Dfb: Fred- sense estació seca-estiu tebi
Sydney	Austràlia	Cfa: Temperat - sense estació seca-estiu calent
Perth	Austràlia	CSa: temperat- estiu sec- estiu calent
Ciudad del Cabo	Àfrica	CSb: temperat-estiu sec-estiu tebi
Santiago de Xile	Sud Amèrica	CSa: temperat- estiu sec- estiu calent



Regiones biogeográficas en Europa (EEA, 2012)



Mapa mundial actualizado de la clasificación climática de Köppen-Geiger (Peel et al., 2007).

5.1.1. Ciutat de Nova York

En el pròleg del **Pla d'Infraestructura Verda de la ciutat de Nova York**, del 2010, l'alcalde Michael R. Bloomberg comenta (City of New York, 2010):

“Netejar els rius de la de Ciutat de Nova York, els rierols, i les aigües costeres ha estat una prioritat per la nostra Administració, i el ritme de progrés ha augmentat dramàticament durant els passats anys. Des de l'any 2002, la Ciutat ha invertit més de \$6 000 milions en qualitat d'aigua, i els indicadors claus mostren que el Port de Nova York està més net i més sa que ho ha estat mai en més d'un segle. Però per obrir el nostre waterfront en la mesura del possible als usos recreatius i al desenvolupament, necessitem un pla de llarg terme per gestionar l'aigua de pluja que col·lapsa el nostre sistema de claveguram unitari quan plou, afectant la qualitat d'aigua en el port i els seus afluents.

*Per tenir èxit, qualsevol pla ha de ser eficaç i assequible, i els 8,4 milions de Nou Yorkers que pagaran per ell ha de veure i sentir els seus beneficis. El Pla d'Infraestructura Verda de la de Ciutat de Nova York aconseguirà aquest objectiu. Basat en anys d'estudi i en la nostra experiència amb noves tecnologies, sabem que la infraestructura verda — escosells correguts, paviments i carrers permeables, sostres verds i blaus, i molts altres sistemes de control del vessament — poden millorar la qualitat de l'aigua i de l'aire, ajudar a refredar la Ciutat, reduir la factures d'energia i les emissions de gas d'efecte d'hivernacle, augmentar el valor de la propietat, i embellir les nostres comunitats. I podem aconseguir tots aquests beneficis **per mil milions de dòlars menys del cost dels tancs tradicionals i túnels** que són útils només quan plou.*

El Pla d'Infraestructura Verda de la de Ciutat de Nova York continua la implementació del PlaNYC, no només per millorar la qualitat d'aigua, però per ajudar a la Ciutat a aconseguir un aire més net i uns carrers més verds, i desitgem treballar amb el Departament Estatal de Conservació Mediambiental de Nova York i amb l'Agència de Protecció Mediambiental dels Estats Units per fer el nostre pla una realitat. L'escala sense precedents d'aquest pla i el nostre compromís per implementar-ho, posaran la Ciutat al capdavant de la gestió de l'aigua de pluja, i assegurarà el nostre progrés cap a una Nova York més verda, més gran.”

Figure 2: Phasing of Green Infrastructure and Grey Infrastructure Benefits

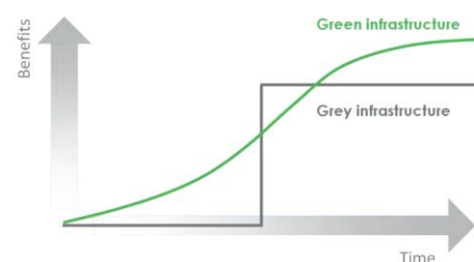
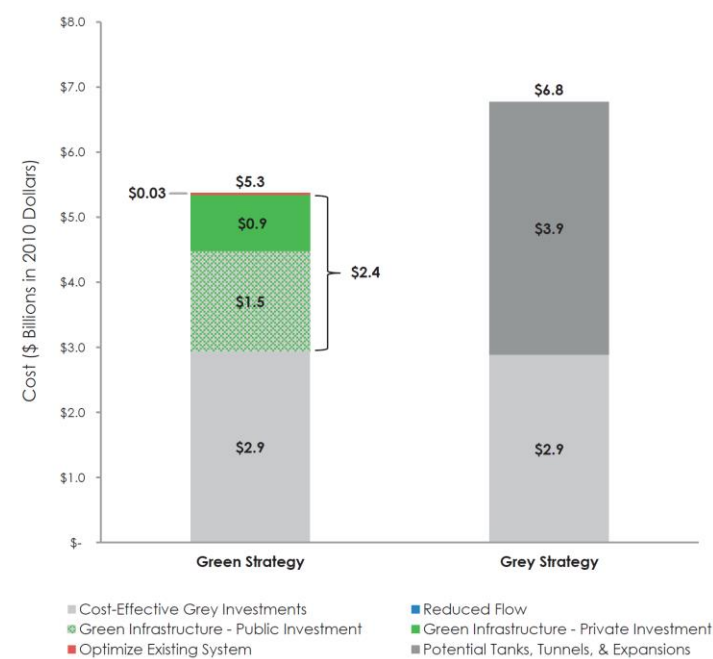
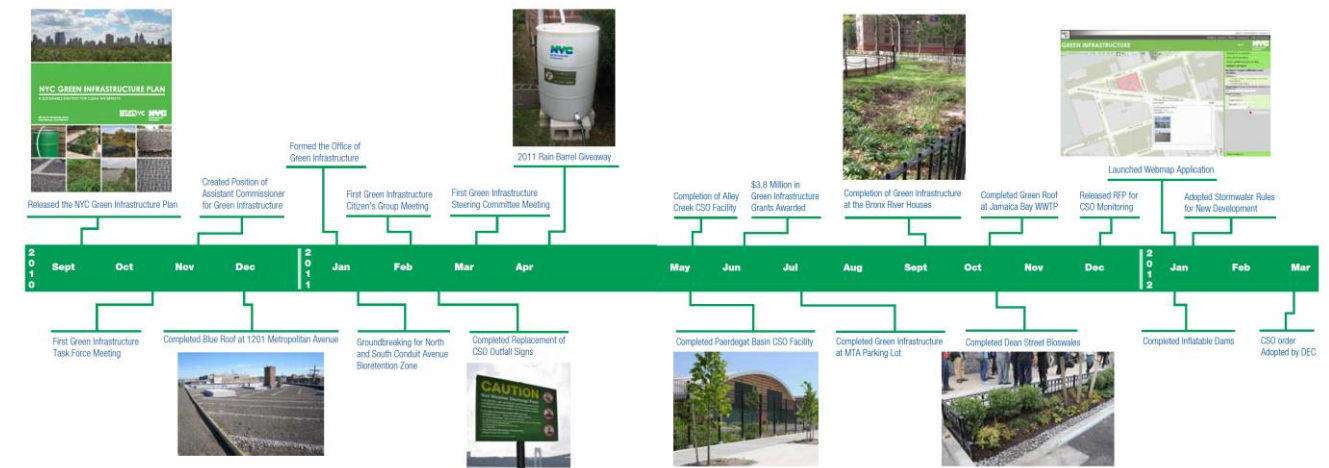


Figure 3: Citywide Costs of CSO Control Scenarios (after 20 years)

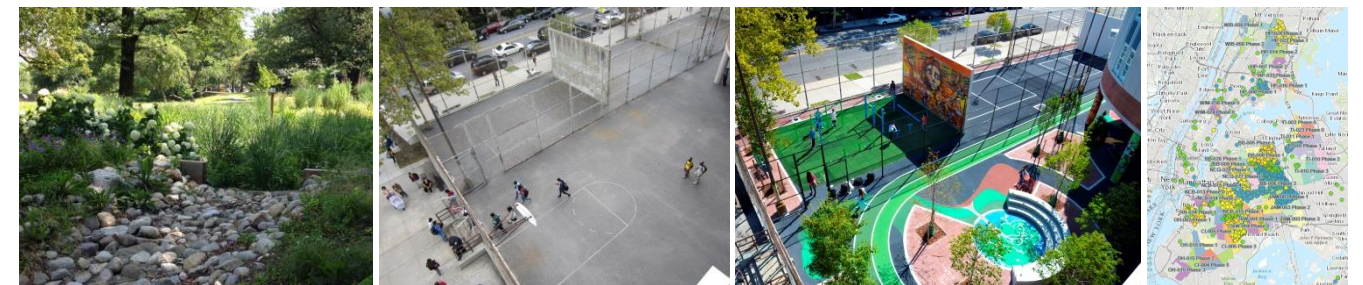


La infraestructura verda és al nucli d'aquest Pla. L'objectiu de la Ciutat és capturar els primers 25 mm de pluja caiguts damunt el 10% de la superfície impermeable de les àrees on el claveguram sigui combinat, mitjançant detenció o tècniques d'infiltració, pel 2030. El Departament de Protecció Mediambiental (DEP) calcula que amb aquest 10%, les DSU es reduiran aproximadament uns 6,3 hm³/any, que representa un 8,1% del global de la ciutat (City of New York – DEP, 2016b).

En 2011, la Ciutat va crear un grup intersectorial (**Green Infrastructure Task Force**) per identificar oportunitats d'afegir infraestructura verda a projectes d'inversió, va crear una **Oficina d'Infraestructura Verda** dins del DEP, va llançar un Programa de Subvencions d'Infraestructura Verda, va desenvolupar **estàndards de disseny** per infraestructura verda, va signar un memoràndum d'**acord pel manteniment** d'infraestructura verda, i va facilitar la creació d'un Comitè Directiu d'Infraestructura Verda comprès de **col·lectius ciutadans** i altres parts interessades (City of New York, 2012).



Cada any, el DEP emiteix un informe anual del progress alcançat. A final del 2015, ja s'havien construït més de 2,500 jardins de pluja per gestionar **aigua de voreres i viari**, i actualment s'està treballant en el disseny de regeneració de 250 **propietats públiques** i 29 **parcs**. Entre d'altres activitats, cal destacar el conveni firmat amb entitats sense ànim de lucre per renovar **patis d'escola** amb infraestructura verda; la **reducció d'impostos** per sostre verd (City of New York – DF, web); la redacció d'estàndards i **especificacions tècniques** que redueixen el cost i temps de redacció i aprovació de projectes (City of New York – DEP, 2016a); la creació d'un **mapa-web** on consultar les infraestructures verdes construïdes, en construcció o programades; la gravació d'un **vídeo** informatiu (City of New York – DEP, 2013) i altes activitats de **participació ciutadana**, **difusió** i **educatives** (City of New York, 2013).



Com succeeix en les primeres fases de qualsevol innovació, el DEP s'ha trobat amb molts obstacles, pels quals continua desenvolupant solucions amb coordinació amb altres departaments, buscant criteris estandarditzats per afrontar reptes relacionats amb guals residencials, parades d'autobús, mobiliari urbà, conflictes amb serveis, zones en obres, etc. D'un altra banda, el DEP ha ficat en marxa un programa de recerca i desenvolupament dotat amb \$10 milions de dòlars en cinc anys per proporcionar suport per recollir dades de funcionament de la infraestructura verda i dels co-beneficis que proporciona (City of New York, 2015).

5.1.2. Filadèlfia

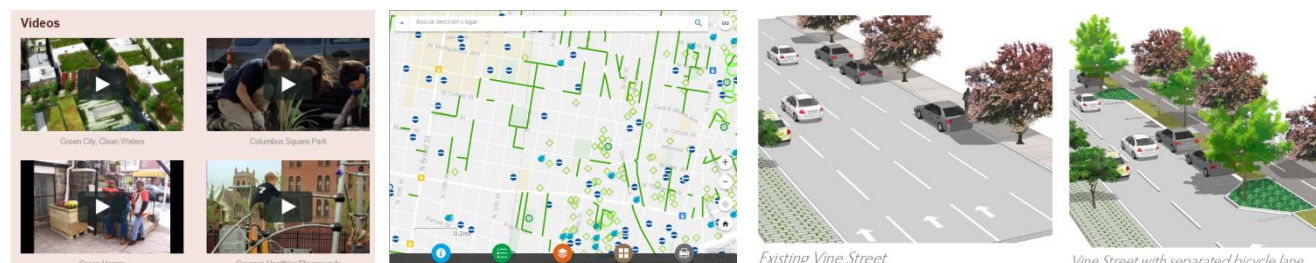
La visió de Philadelphia és protegir i realçar l'estat dels masses d'aigua gestionant l'escorriment urbà amb elements innovadors d'infraestructura verda distribuïts per tota la ciutat, maximitzant els beneficis econòmics, socials, i mediambientals per Filadèlfia (Philadelphia Water Department, 2016a).



"Green City, Clean Waters" és com s'anomena el pla de Filadèlfia per reduir en un 85% la contaminació per l'aigua de pluja (que actualment entra al clavegueram) dels rius i altres corrents d'aigua, mitjançant l'ús de SUDS (Philadelphia Water Department, 2016b). Costarà dècades, però s'espera recuperar la qualitat de les aigües de manera que es pugui prendre el bany i pescar, com antany, i amb uns estalvis estimats en \$5.6 bilions respecte a utilitzar únicament infraestructura convencional com col·lectors i grans dipòsits soterrats.



La ciutat compta amb programes específics de SUDS per carrers, escoles, aparcaments, parcs, empreses, institucions, habitatge... Dintre dels manuals de disseny, destaca el de "carrers verds", on la gestió de l'escorriment s'integra a l'espai públic utilitzant materials porosos i vegetació (City of Philadelphia, 2014). També s'ha elaborat una gran diversitat de material didàctic, i una web interactiva on es poden localitzar els SUDS construïts i projectats, que en l'actualitat sumen més de 1.600, entre els quals hi ha 742 franges de sòl estructural, 195 trinxeres verdes, 179 jardins de pluja i 268 rases d'infiltració/drenants (Philadelphia Water Department, 2016d). El programa "Ciutat Verda, Aigua Neta" compta amb un Pla Integral de Monitorització que recull dades per avaluar el funcionament dels SUDS, verificar l'impacte en el sistema de sanejament, i proporcionar informació per modelitzar l'efectivitat de reducció del volum de Descàrregues del Sistema Unitari (DSU) i de qualitat de l'aigua (Philadelphia Water Department, 2016e). Recentment la ciutat ha participat en el repte nacional de disseny "Cada lloc compta", amb participació activa de la ciutadania, enfocant un tema de mobilitat i reconeixement de barris amb una visió àmplia que inclou SUDS (USDOT, 2016).



5.1.3. Sant Francisco

Tres noves lleis en Califòrnia estan ajudant a captar l'atenció cap a projectes d'infraestructura verda que poden ajudar a les ciutats a aprofitar l'aigua de pluja per replenar aqüífers i disminuir la contaminació, mentre realça les comunitats i els ecosistemes: *Assemblea Bill 2594 (Gordon) de 2016*, que confirma que qui capturi aigua de pluja també té el dret d'utilitzar-la; *Assemblea Bill 2403 (Rendon) de 2014*, que permet a les agències d'aigua recollir diners per capturar aigua de pluja; i *Senat Bill 985 (Pavley) de 2014*, que va establir com a requisit d'eleligibilitat per obtenir finançament per projectes d'aigua, el desenvolupar plans de recurs d'aigua de pluja (Water Deeply, 2016). Sant Francisco és una de les ciutats pioneres en la costa oest dels Estats Units en implantar SUDS.



En 2010 es va aprovar a Sant Francisco el Pla de Millors Carrers (City of San Francisco, 2010), amb l'objectiu de dissenyar carrers més habitables atenent simultàniament a les necessitats dels ciutadans (vianants, ciclistes, trànsit), la vegetació i la gestió de l'aigua de pluja des de la perspectiva dels espais públics.

El pla es va desenvolupar al llarg de tres anys amb el desenvolupament d'un important procés de participació pública, resultant en l'aprovació d'una normativa de Millors Carrers que obliga al compliment de les directrius en ella recollides en tota acció de renovació o regeneració urbana (San Francisco Administrative Code, 2014).

Amb l'entrada en vigor de les noves lleis de Califòrnia, la ciutat ha actualitzat les ordenances i les Guies de disseny (City of San Francisco, 2016). A la pàgina web de l'empresa pública d'aigua i energia (SFPUC, 2017) por trobar-se nombrós material de referència, com convenis amb particular per mantenir el SUDS localitzats als espais privats o fulls d'inspecció amb directrius de com actuar en cas de detectar certes disfuncions.



San Francisco
Water Power Sewer
Annual Self-Inspection Checklist

Inspection Date: _____ Address: _____ Block / Lot #: _____ Installation Date: _____
Inspected By: Name: _____ Phone: _____ () Property Owner () Site Manager () Contributor () Other: _____

INSTRUCTIONS: All inspections, maintenance tasks, and repairs are to be completed prior to the beginning of the rainy season (October 15). Mark all observations with an "X" in the "Status" column. "Satisfactory" (no maintenance required), and "Unsatisfactory" (maintenance required). See the "Inspection" column for detailed descriptions of conditions requiring maintenance and further action.

Item #	Inspection Item Description	Status	Indicate Action Required or Action Planned	Indicate Action Taken (Include Date Completed)
1	Unpleasant odors			
2	Excessive debris/debris accumulation			
3	Excessive trash/debris accumulation			
4	Unpleasant odors/pollution			
5	Unpleasant odors/pollution			
6	Unpleasant odors/pollution			
7	Excessive weed growth			
8	Excessive weed growth			

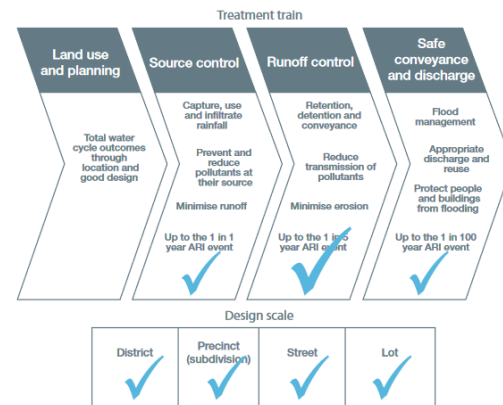
May 2014 Page 1 of 2

Una iniciativa a destacar és la gira en bicicleta pels SUDS de la ciutat. Una de les participants comenta: "Estic realment fascinada del que està passant, que fa de la ciutat un lloc més sostenible" (SFGov TV, 2013).

5.1.4. Perth

La gestió d'aigua de pluja urbana en Perth segueix les directrius de les polítiques de planejament urbà i gestió d'aigua (WAPC, 2006 i 2008) i del Manual per a l'Oest d'Austràlia (Department of Water, 2007). Per al disseny d'infraestructura de drenatge s'ha de consultar al Departament de Medi Ambient (DoE), a les autoritats locals de Perth i a la resta d'interessats. En zones sensibles, la construcció d'infraestructures de drenatge està condicionada a l'autorització del DoE i les restriccions i polítiques de diverses entitats mediambientals, com per exemple Swan River Trust.

El nexa d'unió entre el govern, les autoritats locals, Swan River Trust, el departament de planejament i el de gestió de l'aigua està New Water Ways, en la pàgina web de la qual es poden consultar fitxes sobre les tècniques i casos d'estudi de SUDS. Aquestes fitxes especifiquen, per a cada tipus de dispositiu, el potencial de contribució a l'obtenció de diferents objectius i l'àmbit d'aplicació, entre altres (New Water Ways, 2017).



En els últims 10-15 anys s'han aplicat nombroses tècniques de millors pràctiques (SUDS) en Perth: paviments permeables, franges de biorretenció, parterres inundables, etc., i s'han organitzat activitats involucrant a la ciutadania (Monk i Chalmers, 2006; New Water Ways, 2017).

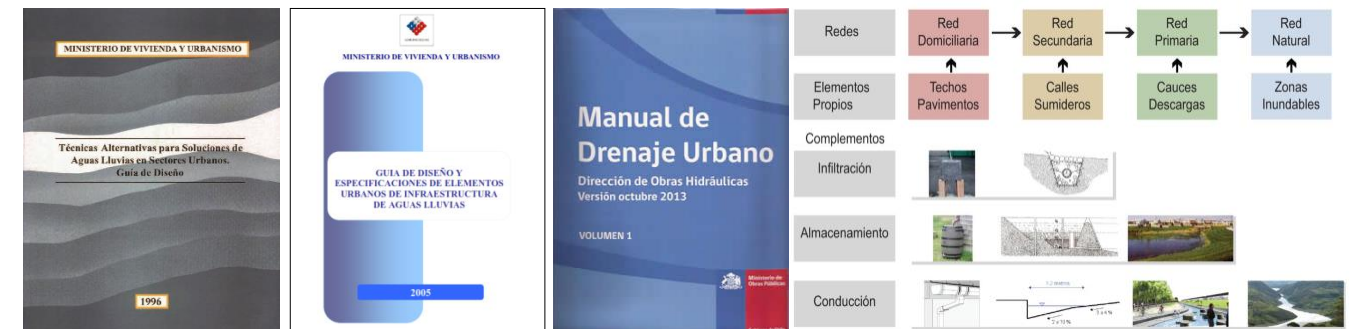


Cal destacar el procés participatiu que recentment s'ha dut a terme per establir la visió i l'estratègia de transició cap a una ciutat sensible a l'aigua (considerant el cicle urbà de l'aigua). En el procés van participar professionals davanters en temes d'aigua, planificació, ciutadania i desenvolupament urbà, entre altres, que en una sèrie de cinc tallers van desenvolupar una visió per a Perth per al 2065, els principis que deuen guiar la gestió de l'aigua, una anàlisi dels reptes del procés de transició i l'estratègia a seguir (Rogers *et al.*, 2015).

5.1.5. Santiago de Xile

El sistema de clavegueram unitari de Santiago de Xile entra en funcionament a principis del segle XX. Actualment, la legislació que regula el sistema d'evacuació de pluges és la Llei N° 19.525 publicada l'any 1997, on es transfereixen les obligacions del seu funcionament integral al Ministeri d'Obres Públiques (MOP) i al Ministeri d'Habitatge i Urbanisme (MINVU).

Gràcies a la primera guia de disseny de drenatge urbà del MINVU (1996) van començar les iniciatives de drenatge sostenible a Xile. L'aprenentatge i l'experiència en aquest tema ha permès l'edició de successives versions: en MINVU (2005) abordant els problemes generats per les pluges en zones urbanes i en MOP (2013) servint com a referència principal de consulta en el desenvolupament de totes les etapes del cicle de vida dels projectes de drenatge urbà.



A Santiago de Xile, ja l'any 2001, en el marc del projecte FONDEF "Sistemas Estandaritzats de Drenatge d'Aigües Pluges en Urbanitzacions i Habitatges", el Centre d'Aigües Urbanes de la Universitat Catòlica de Xile, en conjunt amb empreses locals, va desenvolupar productes comercialitzables de paviments permeables de formigó porós i de llambordes, amb la instal·lació de pilots en el 2003 al Campus Sant Joaquín de la Universitat Catòlica i al centre d'esdeveniments Espai Riesco (Fernández *et al.*, 2003).



Existeixen exemples més recents que integren obres d'emmagatzematge i control de crescudes al Parc La Aguada, consistents en parterres inundables i pous d'infiltració semi profunds revestits amb tubs de formigó (MOP 2013).



5.2. Els Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible (SUDS) es consoliden a nivell internacional

Les ciutats no es poden permetre esperar per adreçar les amenaces d'inundació i salut pública de l'aigua de tempesta: l'aproximació de vorada i col·lector (Infraestructura Gris) solament no és prou per adreçar aquests riscos.

En els darrers anys, moltes ciutats han trobat que una aproximació eficaç, completa i de llarg termini de manejar l'aigua de pluja, inclou pràctiques d'infraestructura verda (SUDS) que la gestionen allà on cau, havent d'estar integrada amb altres plans com els de desenvolupament econòmic, transport i recreació, per així convertir les amenaces en oportunitats per les seves comunitats.

Les experiències a nivell internacional avalen els SUDS i els seus beneficis, i mostren que és possible introduir aquestes solucions en situacions urbanes ja establertes. Ciutats com Nova York, Filadèlfia i Sant Francisco estan fent front a les descàrregues de les xarxes de clavegueram, introduint SUDS per gestionar l'aigua de pluja i creant al seu torn comunitats més agradables i sostenibles, gràcies a l'esforç coordinat entre els diferents departaments municipals.

A Europa, la Comissió promou la infraestructura verda especialment a l'àmbit urbà, per gestionar l'aigua de pluja i el risc d'inundacions, fomentant la multifuncionalitat dels espais i com a part d'estratègies de regeneració urbana. Països com França, Suècia, Holanda, Regne Unit o Alemanya tenen una àmplia experiència amb SUDS.

5.3. Estat Espanyol

En comparació a altres països, Espanya compta encara amb poques experiències de drenatge sostenible, moltes d'elles lligades a projectes de recerca. En aquest apartat es mostren algunes de les més rellevants.

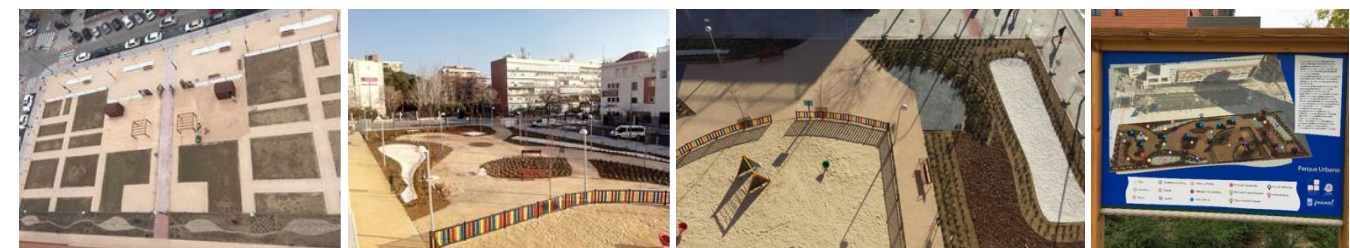
5.3.1. Madrid

Madrid compta amb la primera experiència de drenatge sostenible en Espanya (Castro-Fresno et al., 2013, p.85), el parc del Gomeznarro, del 2003, remodelat amb camins de paviment de gespa i graves reforçats amb cel·les de polipropilè i dipòsits d'infiltració enterrats. Però és en els últims anys quan s'està apostant fortament per la integració dels SUDS als espais verds, recolzant-se en l'Ordenança de l'Aigua (Ayuntamiento de Madrid, 2006). En les dues actuacions que es presenten a continuació (explicades més detalladament a Perales-Momparler et al. (2016)), s'ha minimitzat la quantia de pavimentació impermeable a aquelles superfícies en les quals és estrictament necessari (art. 8 de l'ordenança) i s'ha fomentat la captació de l'aigua de pluja per, en aquest cas, la recàrrega d'aqüífers (criteri de Sostenibilitat de l'Annex II).

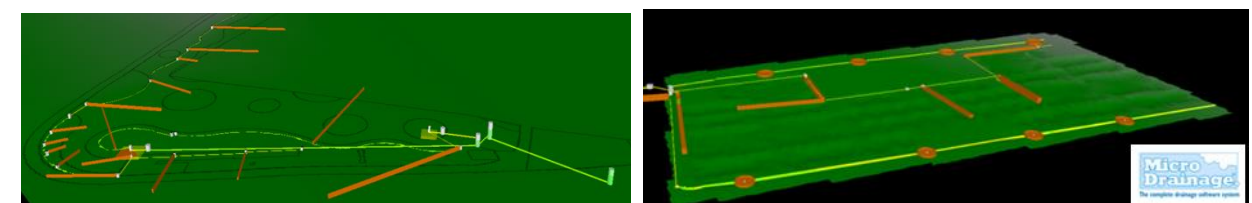
A la zona verda del Projecte d'Urbanització del Pla Especial 08.316 "Nova Seu del BBVA", d'uns 12.400 m², l'escorrentia es gestiona amb paviments permeables, rases drenants i dipòsits d'infiltració, amb sobreeixidors a la xarxa de clavegueram municipal.



L'Àrea de Planejament Remès 05.06 "Alfonso XIII – Paraguai", compta amb dos zones verdes diferenciades: el Parc, de 2.050 m², i L'Hort Urbà, de 2.900 m². Els tipus de SUDS emprats són paviments permeables, rases drenants, pous d'infiltració i parterres inundables, i també es compta amb sobreeixidors a la xarxa de clavegueram municipal. Pel seu potencial educatiu, aquests espais compten amb cartells informatius que descriuen de manera senzilla el sistema de drenatge i els tipus de SUDS emprats.



Els resultats de la modelització hidràulica mostren que els SUDS permeten reduir de forma significativa els volums d'escorrentia abocats a la xarxa de clavegueram respecte a un sistema de drenatge convencional, disminuint també els cabals punta d'aquests abocaments i la càrrega de contaminants present en aquesta aigua, contribuint a millorar el funcionament de la xarxa unitària municipal (Perales-Momparler et al., 2016).



5.3.2. Santander

A Santander destaca el parc “Las Llamas”, del 2008, que amb una superfície de 300.000 m² compta amb un àrea d'aparcament permeable (a), un estany artificial (b) i un ai-guamoll (c). L'aparcament és un lloc experimental, continua-ció d'altres projectes de recerca (Castro-Fresno *et al.*, 2013), on s'han empleat diferents superfícies: asfalt i formigó porós, gespa reforçada amb cèl·les de formigó i de polipropilè i llambordes permeables. També s'ha estudiat el comporta-ment de geotextils de diverses marques i característiques (Andrés-Valeri *et al.*, 2016).

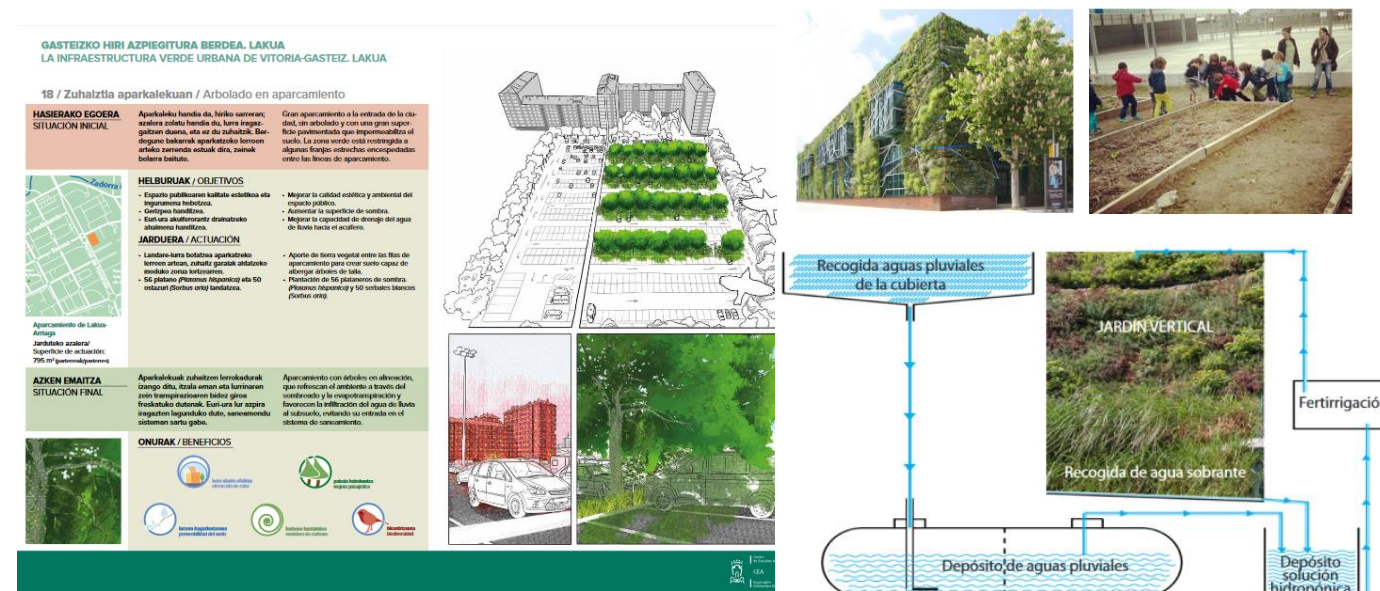


5.3.3. Vitoria-Gasteiz

Des de 1990, Vitòria-Gasteiz ha invertit en un cinturó verd amb un fort compromís ambiental, motiu pel qual la Comissió Europea li va concedir el European Green Cabdal 2012 (CEA, 2012).

En 2014 i seguint les directrius de la Unió Europea (Comisión Europea, 2011; Comité de las Regiones, 2013), Vitòria-Gasteiz va elaborar la seva proposta d'Infraestructura Verda Urbana, on s'integren tècniques SUDS com dipòsits d'infiltració i parterres inundables, entre altres, estant ja executats la façana verda del Palau de Con-gressos Europa i horts urbans escolars (CEA, 2014).

Amb la finalitat d'abordar aquesta planificació, l'Ajuntament ha creat fitxes d'actuacions que inclouen condicio-nament d'estanys estacionals i permeabilització dels paviments per recollir i afavorir la infiltració de l'aigua de pluja, com per exemple la de l'arbrat en viari de l'Aparcament de Lakua-Arriaga (CEA, 2017).

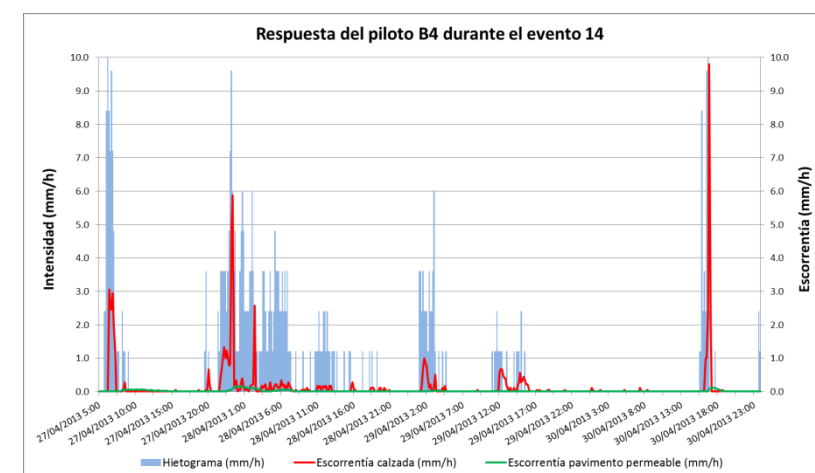


5.3.4. Benaguasil

L'Ajuntament de Benaguasil va estar guardonat amb el Premi Ciutat Sostenible 2015, en la categoria del cicle de l'aigua, per la seva aposta decidida i continuada per fer front als problemes de gestió d'aigua causats per la impermeabilització creixent del sòl urbà. En aquesta localitat valenciana, s'han construït i monitoritzat entre 2010 i 2015 cinc infraestructures de drenatge sostenible en el nucli urbà, dintre de les activitats de dos projec-tes de recerca amb finançament europeu. Aquestes infraestructures són: un aparcament permeable de formigó porós en la piscina municipal, un parterre inundable al polígon “Les Eres”, un aljub d'aprofitament d'aigua de pluja al centre juvenil, parterres inundables al parc Costa Ermita, i una coberta vegetada i aljub d'aprofitament d'aigua de pluja al centre social (Ballester-Olmos *et al.*, 2015; Peris-García i Perales-Momparler, 2016).



La monitorització d'aquestes infraestructures de drenatge sostenible ha permès comprovar els beneficis dels SUDS per a la gestió de l'aigua de pluja tant en quantitat com en qualitat. Els resultats obtinguts, publicats en revistes científiques d'alt impacte (Perales-Momparler *et al.*, 2014 i 2016) mostren que estan reduint els pro-blemes de drenatge del centre urbà de Benaguasil: l'aljub del centre juvenil és capaç de cobrir pràcticament tot l'any les necessitats d'aigua per a reg del seu emplaçament; i a més augmenten les oportunitats educatives i



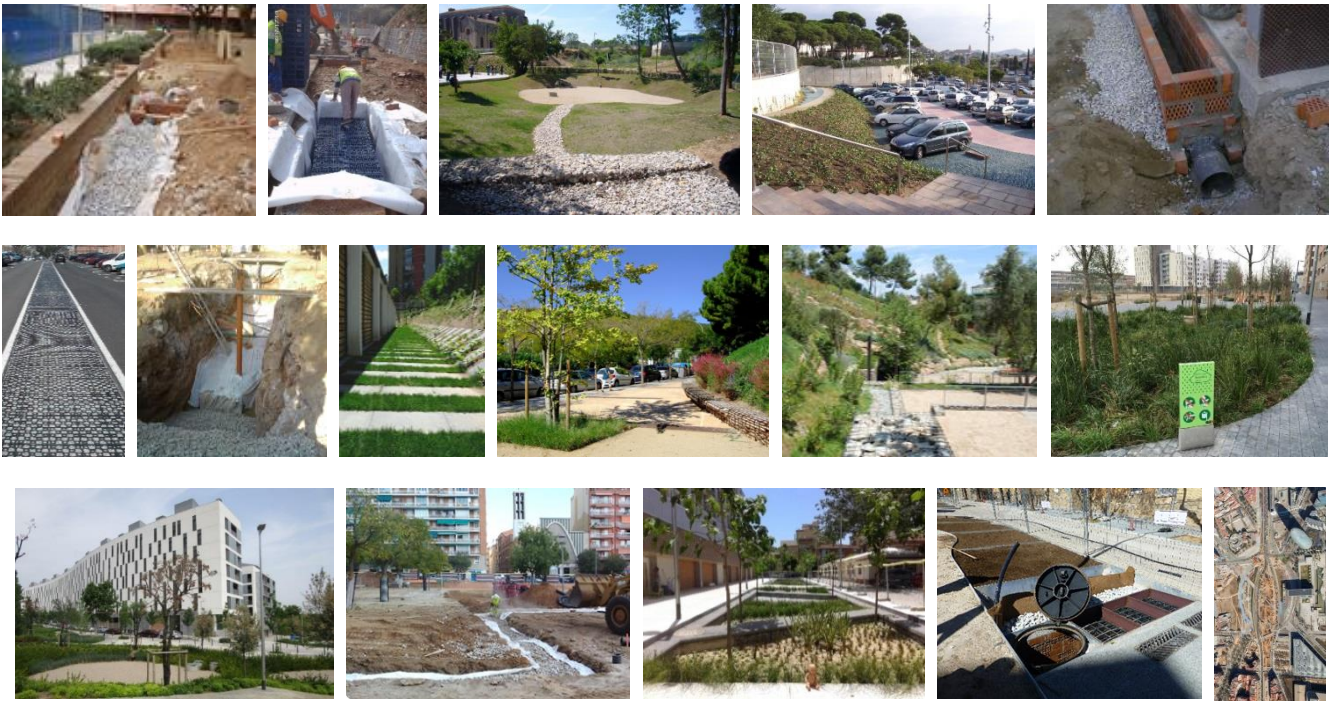
socials dels seus ciutadans (cada obra compta amb cartells informatius que indiquen als visitants la seva funcionali-tat). Aquests sistemes han estat capaços de gestionar, durant l'any que ha durat la monitorització, la pràctica totalitat de l'escorrentia que els arriba, amb molt pocs vessaments a la xarxa de clavegue-ram municipal. A més, en el cas de la coberta vegetada també s'observen im-portants estalvis energètics en el sistema de refrigeració de l'edifici, que arriben a ser del 30% durant l'estiu (Pérez-Navarro Gómez *et al.*, 2015).

5.4. Barcelona

Des de l’any 2005, nombrosos projectes d’urbanització i remodelació d’espais verds a Barcelona han incorporat la filosofia de gestió descentralitzada de l’aigua de pluja amb solucions basades en la natura. L’Annex 3 recull les principals experiències de drenatge sostenible a la ciutat de Barcelona, que queden resumides en la següent taula, indicant els tipus de dispositius SUDS empleats en cada actuació:

Projectes amb SUDS a Barcelona	Pous, rases i dipòsits de detenció (D-DIP)	Aljubs (R-ALJ)	Rases drenants (F-RAS)	Franges vegetades (F-FRA)	Cobertes verdes (F-COB)	Paviments permeables (I-PAV)	Pous, rases i dipòsits d'infiltració (I-DIP)	Escocells d'infiltració (I-EST)	Parterres inundables (I-PAR)	Cunetes vegetades (T-CUN)	Estanys i aiguamolls (T-EST)	Franges de biorretenció (T-BIO)
Jardins Ernest Lluch (2007)												
Torre Baró - Plaça Eucaliptus (2008)												
Torrent de Les Monges (2008)												
Can Caralleu (2008)												
Jardí dels Drets Humans (2008)												
Martí i Franqués (2010)												
Parc del Clot (2010)												
Casa dels Xukis (2010)												
Jardins del Gran Capitán (2011)												
Ampliació del Parc del Putget (2011)												
La Marina (2014)												
Can Cortada (2015)												
Jardins de Can Mantega (2016)												
Bon Pastor (2016)												
Plaça de les Dones de Nou Barris (2017)												
Plaça de les Glòries (en construcció)												

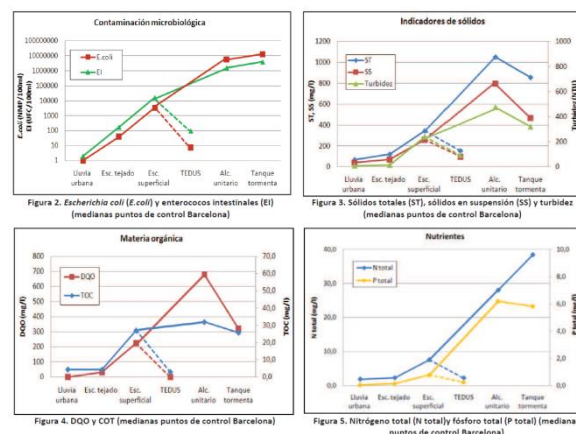
A més a més hi ha diversos projectes en redacció que tenen en compte aquesta aproximació sostenible al drenatge urbà, com la reforma de l’Avinguda Meridiana i el Parc Lineal de la Sagrera, entre altres.



6. POSSIBLES ACTUACIONS AMB SUDS A LA CIUTAT DE BARCELONA

L'esforç de la ciutat de Barcelona amb la construcció de nous col·lectors i dipòsits d'ús mixt, ha disminuït el risc d'inundació en el nucli urbà, encara considerable a zones localitzades que són punts baixos relatius. S'estima que un 19% dels carrers del barri del Raval presenta perillositat alta per a vianants per a una pluja sintètica amb període de tornada $T=10$ anys, pluja que implicaria a més uns costos econòmics associats d'1,6 M€ i que augmentarien a 8,3 M€ en l'horitzó 2050 per efecte del canvi climàtic (Russo *et al.*, 2013).

D'altra banda, preocupa el volum de descàrrega del sistema unitari (DSU) en temps de pluja de la xarxa de clavegueram als rius Besós i Llobregat i a les platges de Barcelona, sent la seva reducció objectiu del Pla Integral de Clavegueram de Barcelona - PICBA'06 (Aznar, 2013). En aquest sentit, cal destacar el treball realitzat dins del



zades no sòls implica una disminució de l'impacte al medi receptor, sinó també una mitigació de la problemàtica generada a les estacions depuradores en temps de pluja (lligada tant a la reducció del volum d'aigua a gestionar com a la reducció de la càrrega contaminant a tractar).

La comprensió dels problemes ambientals, els límits del creixement i dels recursos disponibles, avança cap a la gestió integrada dels recursos, les infraestructures i les ciutats. En aquest context han de conviure tecnologies orientades a la millora dels problemes ambientals urbans: unes sofisticades d'alt impacte i altres més senzilles de baix impacte. Dins d'aquesta responsabilitat tan àmplia, la gestió del verd existent en la trama urbana de la ciutat, amb els seus carrers, places i parcs i jardins, és l'instrument de millora ambiental més directe i accessible als ciutadans, tant pel seu impacte com pel seu ús (Carballo-Pérez, 2014). A més, avui dia hi ha una demanda d'increment del verd als carrers de Barcelona, com mostren les següents fotografies:



Així, la gestió de l'aigua d'escorriment ha d'estar integrada en el model urbà de la ciutat. A Barcelona, aquest ve definit en gran manera per les línies d'acció de Barcelona pel clima (presentades a l'apartat 4.3.), sent de gran rellevància el plantejament d'organitzar la ciutat des de l'espai públic amb la implantació de les Superilles. Aquest model alliberarà molt d'espai públic per al ciutadà que haurà de ser condicionat millorant la seva habi-

taibilitat, creant oportunitats úniques per a integrar en dita transformació urbana la gestió de l'escorriment en origen mitjançant dispositius de drenatge sostenible multifuncionals.

I com no podria ser d'una altra manera, la gestió de l'escorriment urbà deu plantejar-se des de la visió global del cicle de l'aigua a la ciutat, com queda grafiat al marc que proposa la Associació Internacional de l'Aigua per a les ciutats intel·ligents en gestió d'aigua, o "*Water-Wise Cities*" (IWA, 2016).



Els exemples citats en capítols anteriors mostren que integrar la gestió de l'aigua de pluja en el paisatge urbà és possible i beneficiós, i que el canvi de paradigma es veu afavorit amb el respall institucional, l'adaptació del marc normatiu, l'elaboració de guies tècniques, la formació i la divulgació. No obstant això, el procés de transició no és fàcil.

Un dels obstacles que ha condicionat la implantació dels SUDS al Regne Unit és la incertesa sobre el seu manteniment i la seva durabilitat (Engineering Nature's Way, 2016). Aquests depenen de factors que són particulars de cada ciutat i de cada emplaçament, i es fa necessari aprendre de la pròpia experiència, però mirar el camí recorregut per altres ciutats com Nova York (City of New York, 2016) facilitarà el canvi de paradigma.

Per tant, és fonamental establir un pla de manteniment amb una visió de ciutat, considerant la possibilitat d'integració i complementació d'accions que en l'actualitat realitzen desvinculadament brigades de neteja viària, de manteniment de la xarxa de clavegueram i de manteniment dels espais verds. Com per a qualsevol innovació, és necessari canviar el model de manteniment, comptant amb la coexistència del manteniment tradicional i del requerit pel nou model urbà.

Aquest aspecte del manteniment, així com el de la necessitat de guies tècniques, ja foren identificats com debilitats en l'estudi de la viabilitat d'aplicació dels SUDS a Catalunya fa uns anys, que va concloure amb el següent anàlisi DAFO (Vega, 2012):

	POSITIUS Per a assolir l'objectiu	NEGATIUS Per a assolir l'objectiu
ORIGEN INTERN Atributs propis	FORTEALESSES <ul style="list-style-type: none"> • CONSCIÈNCIA ECOLÒGICA CAT • SENSIBILITAT DELS TÈCNICS • EL PGDCFC, EINA D'INFORMACIÓ • INFO CLIMA+HIDRO+SÒL DE CAT • MORFO CIUTAT-AIGUA PREINDUSTRIAL • EXEMPLES LOCALS REEIXITS • EMPRESES GESTIO SOSTENIBILITAT 	DEBILITATS <ul style="list-style-type: none"> • DESCONÈIXEMENT MAJORITARI • POR I DESCONFIANÇA A L'APLICACIÓ • NO DISSENY INTEGRAT • NO GUIES TÈCNiques CAT • NO ESPAI PER ENCABIR SUDS URBÀ • NO EMPRESES ESPECIALITZADES
	OPORTUNITATS <ul style="list-style-type: none"> • PETITA ESCALA- CAPACITAT D'ÈXIT • CANVI DE VISIÓ DEGUT DMA • CONEIXEMENT NOU CAT DEGUT DMA • DOCUMENTS BONES PRÀCTIQUES ESP. • LLIBRE D'ESTIL CARRETERES CAT • KNOW-HOW ALTRES CIUTATS • EL MODEL CLAVEGUERAM FALLA • NO ETERNALITZACIÓ COSTOS • FORMACIÓ I RECERCA • EMPRESES MOTOR • IMPLICACIÓ AGENTS DE L'AIGUA 	AMENACES <ul style="list-style-type: none"> • FALTA VISIÓ DE MODEL • GESTIÓ DE L'AIGUA ETERNALITZADA • MANTENIMENT D'ESPAI URBÀ • MANCA DE NORMATIVES
ORIGEN EXTERN Atributs de l'ambient		

Una anàlisi similar podria dur-se a terme a la ciutat de Barcelona, aprofitant l'equip multidisciplinari i interdepartamental de la Comissió SUDS, i l'experiència d'altres figures, com el Cap de Resiliència, que pot jugar un paper important pel seu caràcter transversal (The Source, 2012). L'anàlisi podria estendre's a determinar el progrés aconseguit en la transició cap a la normalització de l'ús de SUDS per a la gestió de l'escorriment urbà (de manera complementària als sistemes convencionals), conduent a una Barcelona renaturalitzada, més saludable, amable i resilient. La ciutat podria trobar-se en un estat similar al del municipi de Benaguasil (presentat a l'apartat 4.2.3. del present document), estant en la corba d'acceleració, en la que cada vegada el seu ús és més estès però encara resta prou per a la seva institucionalització.

6.1. En properes actuacions, segons la tipologia d'urbanització

Aquest apartat presenta propostes de millora dels espais públics que podrien considerar-se dins de programes de regeneració urbana, i que permetrien reduir el volum i cabal punta d'aigua d'escorriment que entra a la xarxa de clavegueram de Barcelona. El dimensionament preliminar dels SUDS s'ha realitzat perquè el conjunt sigui capaç de retenir i tractar integrament el volum de precipitació que sols és superat per el 20% dels dies de pluja, estimat en 15 mm. Les fitxes corresponents es troben a l'Annex 4, i a continuació es descriuen breument les propostes, que corresponen als següents tipus d'espai públic:

- Via Tipus: Gran Via de les Corts Catalanes
- Via Tipus: Carrer Nàpols (Opció 1)
- Via Tipus: Carrer Nàpols (Opció 2)
- Via Tipus: Carrer de la Riera Alta
- Via Tipus: Plaça Goya

Els emplaçaments s'han seleccionat segons la tipologia d'urbanització, i la següent taula compara el percentatge de superfície verda i de paviment permeable de cada proposta amb la requerida en el document de criteris tècnics per a la Implantació de les Superilles a Barcelona (Comissió d'Ecologia, Urbanisme i Mobilitat, 2016).

Comparació paràmetres proposta i document criteris tècnics Superilles				
Via tipus	Proposta		Superilles*	
	Zona Verda	Pav. Perm.	Zona Verda	Pav. Perm.
Gran Via de les Corts Catalanes (Via Bàsica)	6%	41%	10%	10%
C/ Nàpols - Opció 1 (Via Local/Bàsica)	7%	20%	20%	20%
C/ Nàpols - Opció 2 (Via Local/Bàsica)	10%	0%	20%	20%
C/ de la Riera Alta (Via Veïnal)	5%	16%	30%	30%
Plaça Goya (Node veïnal/Eix cívic)	8%	92%	40%	40%

*(Comissió d'Ecologia, Urbanisme i Mobilitat, 2016)

• Via Tipus: Gran Via de les Corts Catalanes

Es proposa dedicar un carril de la calçada lateral a bicicletes, d'ample 2,5 m, utilitzant paviment permeable per a drenar aquesta calçada i la vorera (caldrà canviar el pendent del carril per a vehicles). Per a la mitjana es proposa utilitzar paviment permeable per autogestionar la seva escorrentia, i la construcció intermitent de franges de biorretenció d'11 m de llargària i 1,5 m d'ample en alineació d'arbrat interior, amb una franja de pas de 5 m, per gestionar l'escorriment del viari central.

VIA TIPUS: GRAN VIA DE LES CORTS CATALANES

Ajuntament de BarcelonaGreen Blue Management



Tipus de SUDS proposats:

D-PAR R-ALI F-RAS F-FRA F-COB I-PAV I-DIP I-SOL I-PAR T-CUN T-EST T-BIO

Descripció:

Es proposa dedicar un carril de la calçada lateral a bicicletes, d'ample 2,5 m, utilitzant paviment permeable per a drenar eixa calçada i la vorera (caldrà canviar el pendent del carril per a vehicles). Per a la mitjana es proposa utilitzar paviment permeable per autogestionar la seva escorrentia, i la construcció intermitent de franges de biorretenció d'11 m de llargària i 1,5 m d'ample en alineació d'arbrat interior, amb una franja de pas de 5 m, per gestionar l'escorriment del viari central. Aquesta proposta compta amb 5,17 m³ de potencial acumulació d'aigua de pluja addicional al volum requerit per gestionar el volum V_{95} (5,43 m³), i és compatible amb Lara et al. (2016).

Presupost de rehabilitació urbana:
Per cada 10 m: I-PAV: 2utx7,3mx10mx7,50€/m²+2utx2,3mx10mx85,10€/m²= 18.639,53 €; T-BIO: 2utx1,3mx11mx185,99€/m²= 6.137,55 €; TOTAL = 24.797,08 €

Referències: City of Philadelphia (2014); Lara et al. (2016).

Esquemes tipus dels SUDS:

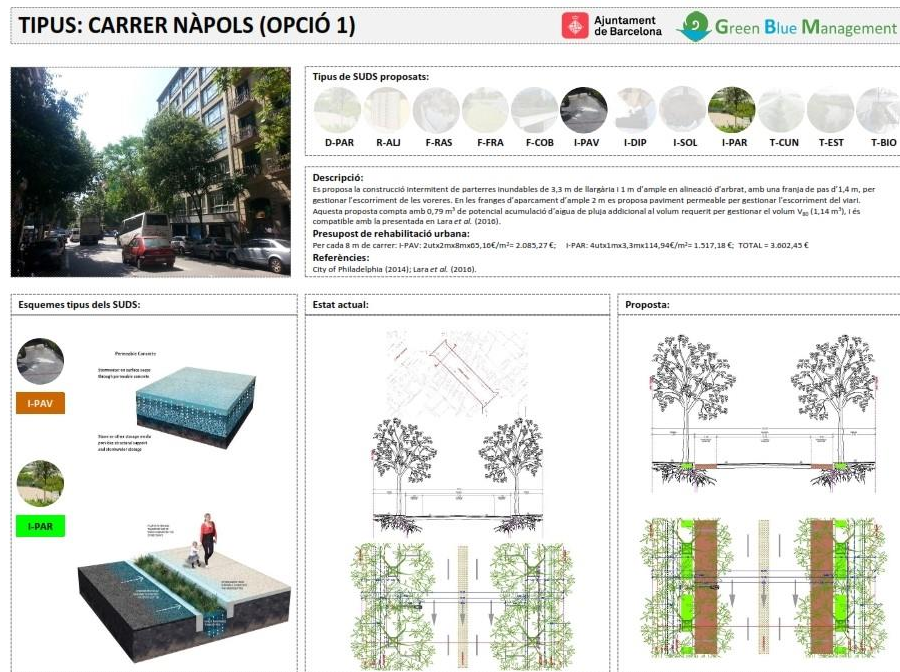


Estat actual:

Proposta:

• **Via Tipus: Carrer Nàpols (Opció 1)**

Es proposa la construcció intermitent de parterres inundables de 3,3 m de llargària i 1 m d'ample en alineació d'arbrat, amb una franja de pas d'1,4 m, per gestionar l'escorriment de les voreres. En les franges d'aparcament d'ample 2 m es proposa paviment permeable per gestionar l'escorriment del viari.



• **Via Tipus: Carrer Nàpols (Opció 2)**

Es proposa la construcció intermitent de franges de biorretenció de 4,95 m de llargària i 3,2 m d'ample en franja d'aparcament i alineació d'arbrat, per gestionar l'escorriment de la vorera i de la meitat del viari.



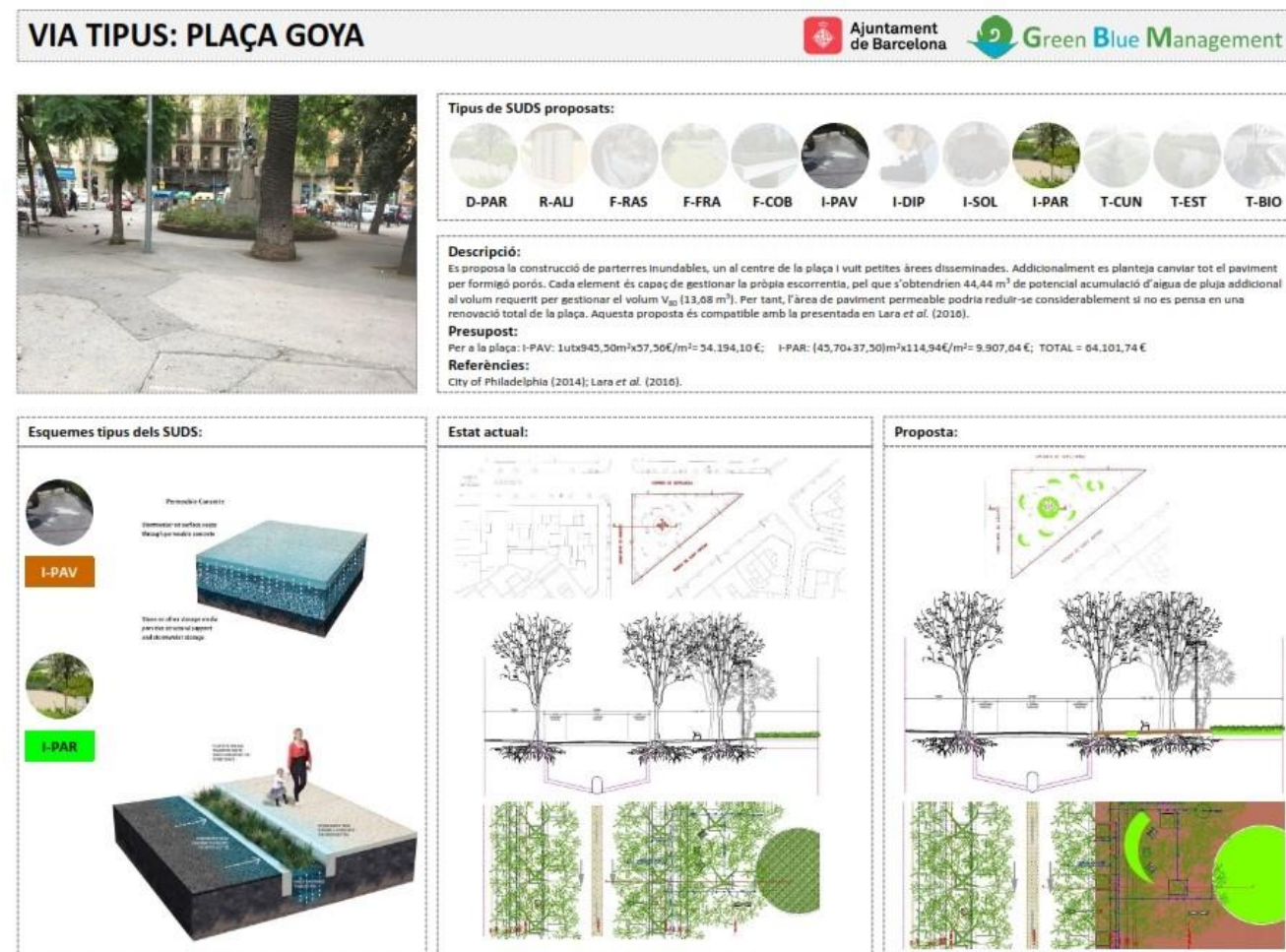
• **Via Tipus: Carrer de la Riera Alta**

En la vorera més ampla, es proposa la construcció intermitent de franges de biorretenció de 5 m de llargària i 1 m d'ample en alineació d'arbrat, amb una franja de pas d'1,5 m, per gestionar l'escorriment de la vorera i de la meitat del viari. També es proposa el canvi de costat de la franja d'aparcament, per fer-la coincidir amb la vorera estreta, i que en ella es gestioni l'escorriment d'aqueixa meitat amb una franja de paviment permeable d'ample 2 m.



- **Via Tipus: Plaça Goya**

Es proposa la construcció de parterres inundables, un al centre de la plaça i vuit petites àrees disseminades. Addicionalment es planteja canviar tot el paviment per formigó porós. Amb aquesta solució s'obteniria un volum d'acumulació d'aigua de pluja mol superior al requerit. Per tant, l'àrea de paviment permeable podria reduir-se considerablement si no es pensa en una renovació total de la plaça.



6.2. Accions no estructurals

Les actuacions de SUDS s'haurien de contemplar dintre de les propostes de disseny urbà per avançar cap a hàbitats urbans més inclusius i sostenibles, i com tal han de ser actuacions basades en una gestió urbana transversal, especialment pel que fa a les mesures i accions No Estructurals a l'àmbit dels SUDS.

El treball transversal hauria de facilitar l'intercanvi quotidià de coneixement, d'experiència i de responsabilitat entre departaments. Aquests mecanismes de treball transversal i de coordinació haurien de permetre avançar en la implementació de solucions de sostenibilitat urbana. Aquests sistemes s'haurien de dissenyar de manera participada i compartida entre les àrees municipals, incorporant als grups d'interès i la ciutadania.

En aquest sentit, és important no "excepcionalitzar" els temes ambientals, com si fossin una cosa aliena i artificial a la vida de les persones a les ciutats. Els temes d'aigua i energia han de vincular-se a la vida diària de la gent, treballant amb els veïns al mateix temps que es fan més transparents els processos de decisió al respecte.

En el cas de les àrees verdes, és important vincular els veïns en les estratègies de conservació i manteniment (Rueda, 2012, p.509).

Donat que tots els espais verds s'han de dotar d'un sistema de senyalització (Parcs i Jardins de Barcelona, Institut Municipal, 2012), es proposa ampliar el Manual de Senyalització dels Espais Verds (Parcs i Jardins de Barcelona, Institut Municipal, 2013) amb pictogrames específics dels SUDS, per exercir una labor didàctica del seu paper en reduir el risc d'inundació, la contaminació del medi ambient, etc.

Una acció a valorar seria aplicar el principi de "qui contamina paga" (Directiva 2000/60/CE) en relació als costos del cicle urbà de l'aigua, modificant les taxes de clavegueram. El procés podria començar fent participació a la ciutadania del problema, divulgant que gran part de la inversió i el cost en manteniment del clavegueram es deu a l'aigua de pluja, mentre que els ingressos que provenen del rebut de l'aigua són proporcionals a l'aigua potable subministrada, i no a la impermeabilització del sòl que és la principal causa de la generació d'escorrentia que el sistema deu gestionar. Un gran nombre de ciutats als Estats Units, Regne Unit i Alemanya, entre altres, han establert una taxa d'impermeabilitat, que els veïns poden evitar amb l'aplicació de SUDS.

També caldria considerar altres accions, com la redacció de normativa específica, guies de disseny, o línies de finançament i ajudes a la implementació d'aquests sistemes a noves urbanitzacions o promocions, o a comunitats de veïns existents, fins i tot. A la literatura es troben multitud d'experiències a nivell internacional en aquesta darrera línia (abc27 2016; Prince George's County Portal, 2016; Sustainable Prosperity, 2016; UNC Environmental Finance Center, 2014).

Pel que fa a legislació, serà rellevant l'aprovació de l'Ordenança Municipal de Medi Ambient si finalment obliga, com diu l'esborrany actual, a introduir SUDS en noves urbanitzacions o zones objecte de millora integral que puguin produir alteracions en el drenatge de la conca o conques interceptades (Ajuntament de Barcelona, 2016b). Així mateix, es considera indispensable donar un paper més rellevant als SUDS en la propera actualització del Pla Integral de Clavegueram de Barcelona, que permeti la seva incorporació de manera més significativa a la ciutat.

6.3. Avaluació del risc de fallada dels SUDS

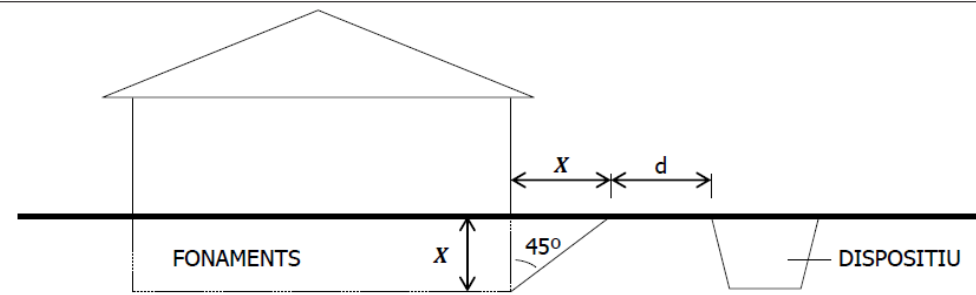
La captura de la precipitació en entorns urbans es realitza mitjançant tota mena de dispositius, no convencionals amb vegetació o convencionals, com ara vorades, cunetes, canals enreixats, embornals i similars. És important que es consideri la transició entre uns tipus de dispositius i els altres, i la necessitat de dissipar l'energia cinètica de l'aigua en moviment i la seva distribució de manera uniforme per tota l'àrea del dispositiu, per evitar problemes d'arrossegament de materials i erosió.

Com per a tota infraestructura, és important avaluar la conveniència de la instal·lació d'un tipus o un altre de dispositiu SUDS, especialment en entorns urbans consolidats, i que la solució global contempli la possibilitat de fallada o sobreiximent d'aquest.

Un aspecte important a considerar a l'hora de seleccionar els SUDS és la distància a fonaments i al freàtic requerides per a dispositius d'infiltració, que en general se situaran a la part inferior dels plans de l'escorrentia en què es divideixi l'àrea d'alimentació o conca.

Les recomanacions al respecte de la norma tecnològica de jardineria i paisatgisme dedicada als dispositius d'infiltració (NTJ 01K Parte2, 2014) venen recollides al següent quadre:

FIGURA 11: DISTÀNCIA DE SEGURETAT RECOMANADA



Distància (x) de seguretat en metres igual a profunditat de fonaments.

Font: elaboració pròpia

QUADRE 4: DISTÀNCIA MÍNIMA A FONAMENTS PER A SISTEMES D'INFILTRACIÓ.

Tipus de sòl	Distància (d)
Sorrenc i Franc sorrenc	1.0
Argilo sorrenc	2.0
Roca meteoritzada	3.0
Argilo llimós	4.0
Argilós	5.0

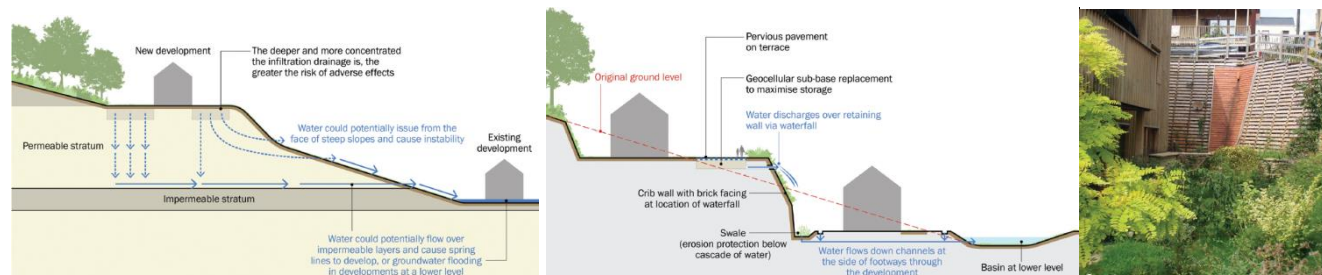
Font: Fletcher et al. 2003 a *Stormwater Management, Manual for Western Australia*

La següent taula presenta recomanacions d'algunes altres referències bibliogràfiques:

Distàncies recomanades per a dispositius d'infiltració (m)			
Referència	A fonaments	A línia propietat	Al freàtic (fons dispositiu)
Georgia (ACS, 2016)	7,6	3	0,6
Chicago (City of Chicago, 2016)	3		1
Portland (City of Portland, 2016)	3	1,5	1,5
Malàisia (DID, 2016)	3		
Regne Unit (Woods-Ballard et al. , 2015)	5*		1

* Revisable per àrees d'infiltració a petita escala. No aplica a àrees de paviment permeable que sols gestionen l'escoriment propi.

En les circumstàncies on no és recomanable la infiltració, deurà valorar-se l'opció d'utilitzar làmines impermeables o formigó. També cal prestar molta atenció als àmbits amb desnivells; les següents imatges mostren aspectes a considerar i dissenys particulars:



7. CONSERVACIÓ I MANTENIMENT DELS DISPOSITIUS SUDS

7.1. Rendiment i Cicle de Vida

Els SUDS tenen unes necessitats específiques de conservació i per tant no són totalment assimilables a les categories existents d'infraestructures urbanes.



En particular, cal esmentar que les tasques de jardineria associades específicament amb el manteniment dels SUDS no són assimilables amb les del manteniment general dels espais verds, ja que el funcionament i prestacions dels dispositius es poden veure afectats per la modificació o absència del seu manteniment específic.

Per tant, és necessari formar als mantenidors dels SUDS en el funcionament i conservació d'aquestes infraestructures i desenvolupar plans i programes de conservació específics i avaluables en els seus resultats.

La reducció o eliminació del manteniment dels SUDS pot resultar en una baixada substancial del seu rendiment i una reducció del seu Cicle de Vida, el que a la pràctica suposa un malbaratament de la inversió realitzada en la seva implementació a l'espai urbà.

Per les seves característiques, és important considerar que sense un manteniment adequat, alguns dispositius SUDS poden tenir un cicle de vida estimat relativament curt, fins a 20 anys, ja que són proclius a la colmatació i susceptibles a la compactació del terreny.

Per tant, és important considerar un manteniment a mitjà termini que inclogui procediments d'adaptació o millora substancial dels mateixos, tals com la neteja de graves, reposició de geotèxtils i revegetació.

Els SUDS que apliquen sistemes de biofiltració vegetals no permeten una distinció clara entre la fase constructiva i operativa, ateses les característiques dels materials vius: estan en creixement permanent i s'han de mantenir des de abans del final de l'execució d'obra.

Per tant, les necessitats de manteniment dels sistemes SUDS sovint solapen amb les dels espais verds, però poden ser molt més específiques.

Segons la literatura disponible, les guies i manuals de disseny de SUDS inclouen informació sobre les necessitats de manteniment dels dispositius per norma general (City of Mesa, 2015; Low Impact Development Center, 2010; Morales-Torres, 2015), i alguns contenen plantilles de fulles d'inspecció (City of Portland, 2016).

També es troben fullets destinats als tècnics o població en general on s'indica com mantenir determinats SUDS, com paviments permeables (Hunt, 2011) o franges de biorretenció (City of New York, 2013), entre altres. En aquest últim s'especifica inclús quin tipus de plantes poden haver-hi, i quines són males herbes, el que implica l'adquisició de coneixements de jardineria bàsica.

Cal indicar que moltes de les experiències amb SUDS es troben a ciutats de clima temperat, amb un règim de precipitació i temperatures molt diferents del de la Ciutat de Barcelona. Les condicions edafològiques dels substrats mediterranis són també molt diferents. Tot plegat, és necessari incidir en la creació de paràmetres de disseny i conservació adients pel clima mediterrani coster i a la intensitat d'ús de l'espai urbà de Barcelona.

Amb aquesta intenció s'inclou al present estudi un resum de diferents referències locals i internacionals sobre la qüestió del manteniment, i l'Annex 4 es troben unes taules on es defineixen les necessitats de manteniment dels dispositius SUDS proposats al Capítol 6.

La principal referència emprada a aquest estudi és el manual de SUDS del Regne Unit (Woods-Ballard et al., 2015), contrastat amb diverses referències internacionals, i considerant els criteris i la terminologia definits al Plec d'Obra Nova de Jardineria (Parcs i Jardins de Barcelona, Institut Municipal, 2012), en el Plec de manteniment del clavegueram (Ajuntament de Barcelona, 2015b) i en les Normes Tecnològiques de Jardineria i Paisatgisme (NTJ 01K Parte2, 2014; NTJ 14A, 2002; NTJ 14L, 2001).

7.2. Manteniment

Per assegurar un funcionament adequat dels SUDS, com de qualsevol altra infraestructura, és important dur a terme les següents accions (Woods-Ballard et al., 2015):

- Identificar quins seran els responsables del manteniment del sistema.
- Identificar, des de la fase de disseny conceptual, les necessitats de manteniment per a cada dispositiu inclòs en el sistema de drenatge.
- Desenvolupar un pla de manteniment on s'incorporin detalladament els requeriments per a cada dispositiu.
- Mantenir els sistemes adequadament des del moment de la construcció fins que, si escau, es lliurin als propietaris.
- Transferir formalment la responsabilitat sobre les tasques de manteniment i operació, si escau.
- Dotar econòmicament el manteniment específic dels dispositius, no assimilar a altres epígrafs.

En aquest document, la paraula manteniment fa referència a (Woods-Ballard et al., 2015):

- Inspeccions necessàries per identificar problemes de funcionament i planificar les necessitats de manteniment apropiades (emplantant fulles d'inspecció que permetin adaptar la planificació).
- Operació i manteniment del sistema de drenatge.
- Gestió de l'entorn urbà: zones verdes i recreacionals, viari, etc. Per exemple, per a protegir els SUDS situats a les voreres dels carrers de Nova York, des del 2015 els permisos d'obra a l'espai públic inclouen uns requeriments de mesures de protecció d'aquests (City of New York - DEP, 2015; City of New York, 2016).
- Gestió de residus, relacionats amb material de poda, sòls contaminats i altres, resultants del manteniment.

El pla de manteniment hauria de ser succint i fàcil d'utilitzar, i hauria d'incloure els següents aspectes (Woods-Ballard et al., 2015):

- Localització dels dispositius SUDS.
- Resum dels objectius de disseny i potencials problemes/riscos.
- Profunditat d'acumulació de sediments a partir de la qual és necessària la seva extracció.
- Indicadors visuals que indiquin la necessitat de manteniment.
- Necessitats de manteniment de cada SUDS.
- Implicacions de no realitzar un manteniment adequat.
- Pla d'acció davant un esdeveniment d'abocament accidental de contaminants.
- Recomanacions per a terceres companyies que hagin de realitzar obres.
- Persones de contacte en cas de detectar fallades.
- Fulles de registre i d'inspecció de les activitats de manteniment.

Els factors que influeixen en el tipus i freqüència de les tasques de manteniment depenen dels tipus de SUDS emprats, la grandària de la conca drenada en relació amb l'àrea del SUDS (podria afectar a la càrrega de sediments i al potencial erosiu), l'ús del sòl de la conca drenada (afectarà al potencial d'acumulació de contaminació), el nivell d'activitats de construcció en la conca drenada, el disseny de plantació en els SUDS, la tipologia d'hàbitat creada i com s'anticipa que evolucioni i dels requeriments visuals i recreatius de la zona (la freqüència de les tasques de manteniment en els SUDS vegetats sol ser major per qüestions estètiques que per les pròpiament funcionals) (Woods-Ballard et al., 2015).

Les accions de manteniment poden classificar-se en quatre grups (NTJ 14A, 2002; Woods-Ballard et al., 2015):

- **Mateniment preventiu o periòdic:** el que es du a terme amb periodicitat, i per tant, de gestió programable.
- **Manteniment ocasional o adaptatiu:** conjunt d'accions que previsiblement seran necessàries, però en menor freqüència i menys predictibles que les de manteniment periòdic.
- **Manteniment correctiu:** el destinat a deixar un espai, un element o un servei determinat en l'estat en el que es trobava abans del deteriorament, alteració o el cese de la sua aptitud.
- **Inspeccions:** en funció del seu nivell, poden classificar-se en:
 - **revisió ordinària:** duta a terme per personal no necessàriament qualificat, que participa en el manteniment dels SUDS, o fins i tot per ciutadans. Es detecten anomalies degudes a accidents, vandalisme, etc. així com situacions deficientes de neteja, i es registren en un comunicat de revisió ordinària.
 - **inspecció tècnica:** revisió periòdica detallada, duta a terme per personal qualificat especialitzat per a cada àmbit d'inspecció, els resultats de la qual es reflecteixen en fulles de servei o informes tècnics.

La següent taula resumeix les principals operacions de manteniments d'aquests SUDS, gran part de les quals concedeix amb les tasques de manteniment habituals d'un espai verd:

Accions	Aljubs (R-ALJ)	Rases drenants (F-RAS)	Franges vegetades (F-FRA)	Cobertes verdes (F-COB)	Paviments permeables (I-PAV)	Pous, rases i dipòsits d'infiltració (I/D-DIP)	Escocells d'infiltració (I-ESC)	Parterres inundables (I/D-PAR)	Cunetes vegetades (T-CUN)	Estanys i aiguamolls (T-EST)	Franges de biorretenció (T-BIO)
Manteniment periòdic											
Reg			●	●			●	●	●		●
Remoció de sediments i escombraries		●	●		●	●	●	●	●	●	●
Sega de la gespa			●					●	●	●	
Control de males herbes i espècies no desitjades			●	●	●			●		●	●
Gestió i poda d'arbustos i arbres			●				●	●		●	
Gestió de la vegetació en els marges										●	
Gestió de la vegetació aquàtica										●	
Manteniment ocasional											
Remoció de sediments en els sistemes de pretractament	●	●	●			●		●	●	●	●
Reposició de vegetació			●	●				●		●	●
Manteniment correctiu											
Rehabilitació i reparació d'estructures	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Recondicionament de la superfície d'infiltració			●		●	●	●	●			●
Inspecció											
Revisió ordinària	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Inspecció tècnica	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

●

 Tasques de manteniment habituals d'un espai verd o paviment convencional

●

 Tasques necessàries per ser àrees de gestió d'aigües d'escorrentia urbana

L'Annex 5 presenta més detalladament les operacions de manteniments previsiblement necessàries per als tipus de SUDS proposats al capítol 6.

8. AVALUACIÓ MULTICRITERI PRELIMINAR DELS SUDS

Per analitzar les diferents opcions de drenatge en una zona urbana, cal tenir en compte no sols els costos de construcció, sinó també els costos de manteniment, reparació i reposició mitjançant una eina d'estimació multicriteri, que permeti valorar també els beneficis ambientals i socials dels SUDS envers tots els costos que es puguin donar durant la vida útil de la infraestructura. La següent figura mostra els costos d'un dispositiu de drenatge sostenible al llarg de la seva vida útil (Woods-Ballard et al., 2015):

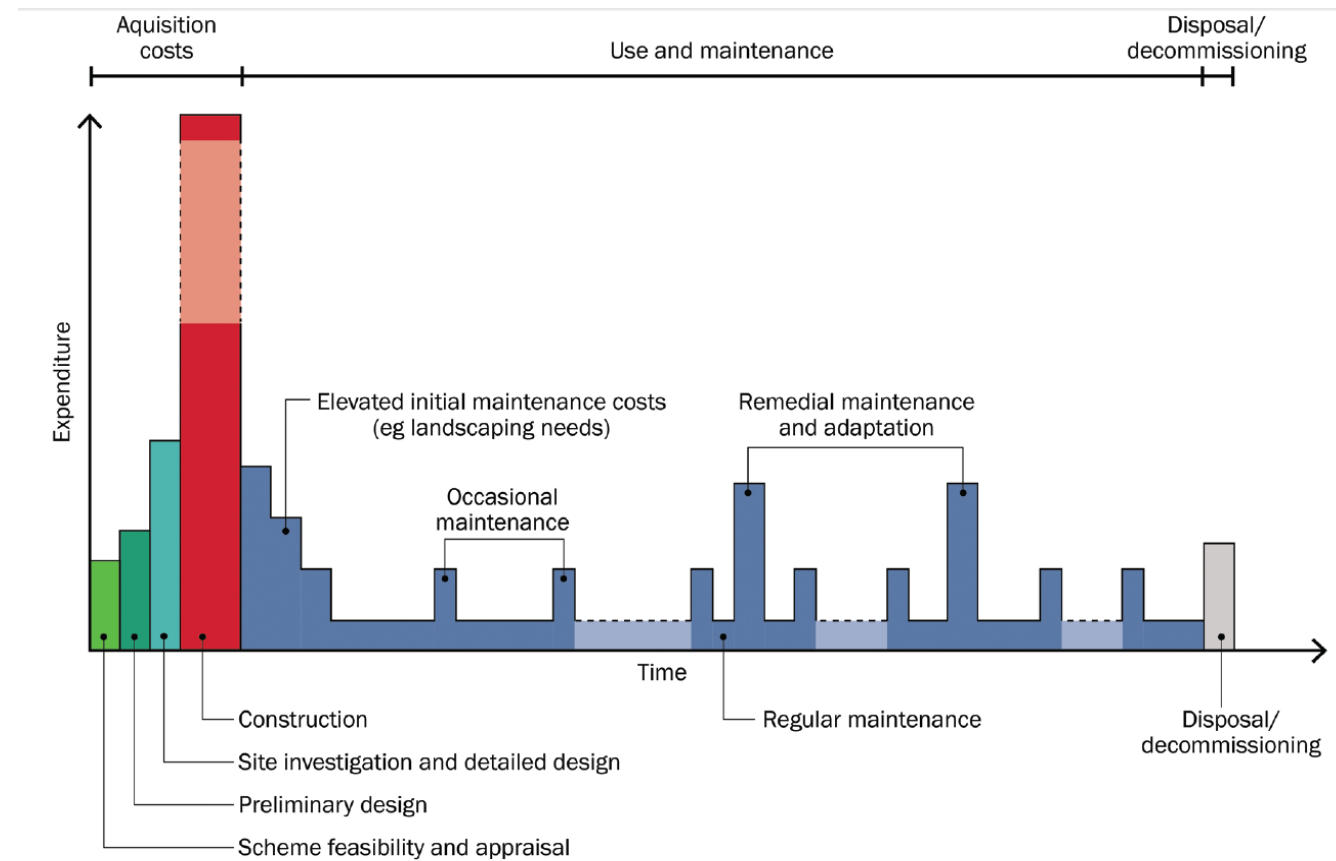


Figure 35.4 An example SuDS expenditure profile

A més, també cal tenir en compte els beneficis i els costos que el drenatge pot tindre sobre les altres parts del cicle de l'aigua: per exemple, si una infraestructura genera un major volum d'escorrentia, el cost de bombeig i tractament d'aquestes aigües serà major.

En canvi, si una infraestructura permet l'aprofitament de l'aigua de pluja, això produirà estalvis en el consum d'aigua. Per últim, quan es comparen diferents opcions de drenatge, també cal considerar altres aspectes que presenten beneficis per als ciutadans, encara que la seva quantificació és més complexa, com l'existència d'àrees verdes i jardins o la millor qualitat de l'aire i l'aigua.

En general, les avaluacions es centren en determinar el cost de construcció de les infraestructures, però no sempre incloent l'estimació dels costos de manteniment i reparació periòdica de la infraestructura, encara que poden ser un part important dels costos durant la seva vida útil. Per exemple, la taula que es presenta a continuació (Weiss et al., 2007) mostra la variació del cost de manteniment anual com a percentatge dels costos de construcció obtingut per a diferents projectes als Estats Units. Com es pot observar, aquest percentatge varia en funció del tipus de dispositiu.

Table 2. Typical Annual Operation and Maintenance Costs of Best Management Practices

Best management practices	Summary of typical annual O and M costs (% of construction cost) ^a	Collected cost data: estimated annual O and M costs (% of construction cost)
Retention basins and constructed wetlands	3–6%	—
Detention basins	<1%	1.8–2.7%
Constructed wetlands	2%	4–14.1%
Infiltration trench	5–20%	5.1–126%
Infiltration basin	1–3%, 5–10%	2.8–4.9%
Sand filters	11–13%	0.9–9.5%
Swales	5–7%	4.0–178%
Bioretention	5–7%	0.7–10.9%
Filter strips	\$320/acre (maintained)	—
wet basins	Not reported	1.9–10.2%

^aUSEPA (1999).

Un primer pas per realitzar l'avaluació és determinar la vida útil dels dispositius SUDS. Per als tipus proposats al Capítol 6 s'ha considerat que són 20 anys, per a tindre un valor comú a tots, basat en els valors de la següent taula:

Vida útil SUDS	
Tipus	Anys
Paviments permeables (I-PAV)	20-40
Parterres inundables (I-PAR)	25-50
Franges de biorretenció (T-BIO)	25-50

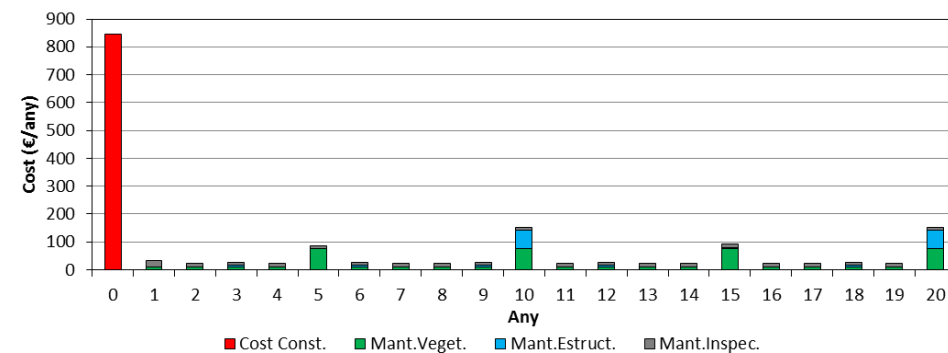
Ref: CNT (2006)

L'Annex 5 presenta les operacions de manteniments previsiblement necessàries per als tipus de SUDS proposats al capítol 6, gran part de les quals concedeixen amb les tasques de manteniment habituals d'un espai verd o paviment convencional (marcades amb el color verd a les taules), mentre altres són necessàries per ser àrees de gestió d'aigües d'escorrentia urbana (marcades amb el color blau). Al càlcul dels costos anuals de manteniment es manté aquesta diferenciació (Mant. Veget. i Mant. Estruct., respectivament), sumant els costos de manteniment periòdic, ocasional i correctiu, però diferenciant els costos d'inspecció (Mant. Inspec.). El detall del càlcul es presenta a L'Annex 6.2, i les següents figures mostren els costos al llarg de la seva vida útil dels tipus de dispositius SUDS proposats.

Parterres inundables (I/D-PAR)	
Accions	Freqüència habitual
Manteniment periòdic	
Reg	Segons necessitat
Remoció de sediments i escombraries	Mensualment
Tallar l'herba a les zones verdes condicionades i en les rutes d'accés	Mensualment (durant la temporada de creixement) o quan sigui necessari
Control de males herbes i espècies no desitjades	Semestralment
Segar i podar la vegetació natural dintre i al voltant de la zona d'infiltració	Semestralment (a la primavera abans de la temporada d'anidament i tardor)
Gestió de la vegetació i remoció de plantes no desitjades	Mensualment a l'inici i després quan sigui necessari
Manteniment ocasional	
Eliminar el sediment dels sistemes de pre-tractament quan es trobin plens al 50%	Quan sigui necessari (trimestralment)
Re sembrar àrees amb poc creixement vegetatiu	Anualment (o quan sigui necessari)
Podar els arbres	Quan sigui necessari (anualment)
Manteniment correctiu	
Reparació de l'erosió i altres danys deguts a la resembra o la replantació	Quan sigui necessari (trienalment)
Reparació o rehabilitació de les estructures d'entrada i eixida	Quan sigui necessari (cinquenalment)
Rehabilitar les superfícies d'infiltració utilitzant tècniques d'escarificació si la capacitat d'infiltració disminueix	Quan sigui necessari (cinquenalment)
Anivellar superfícies irregulars i restaurar la topografia de disseny	Quan sigui necessari (cinquenalment)
Inspecció	
Revisió ordinària d'estructures d'entrada, eixida i sobreixidors a la recerca de possibles obstruccions	Mensualment
Revisió ordinària dels talusos de la zona d'infiltració, les estructures, les conduccions, etc. a la recerca de possibles danys	Mensualment
Revisió ordinària de les superfícies d'infiltració buscant possibles zones compactades i entollaments	Mensualment i després de fortes pluges
Inspecció tècnica de les estructures d'entrada i els sistemes de pretractament per analitzar l'acumulació de sediments i establir la freqüència necessària per a la seva eliminació	Semestralment

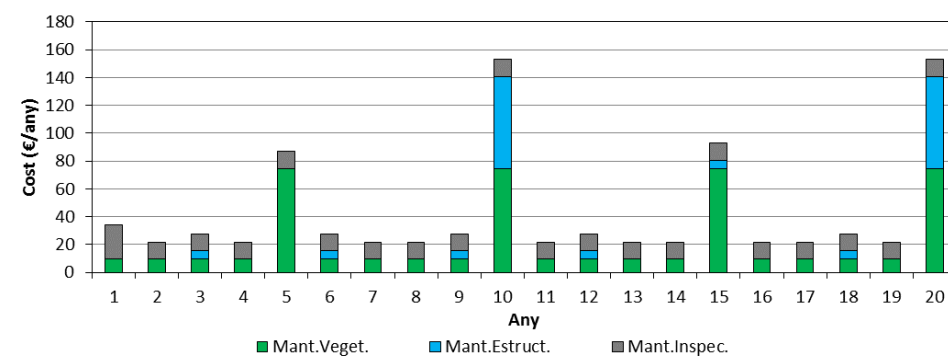
- Paviment permeable tipus al carrer de la Riera Alta (àrea = 13,0 m²)

- Costos al llarg de la seva vida útil (inclou costos d'execució i manteniment):



El cost de construcció unitari en aquest cas és de 65,16 €/m².

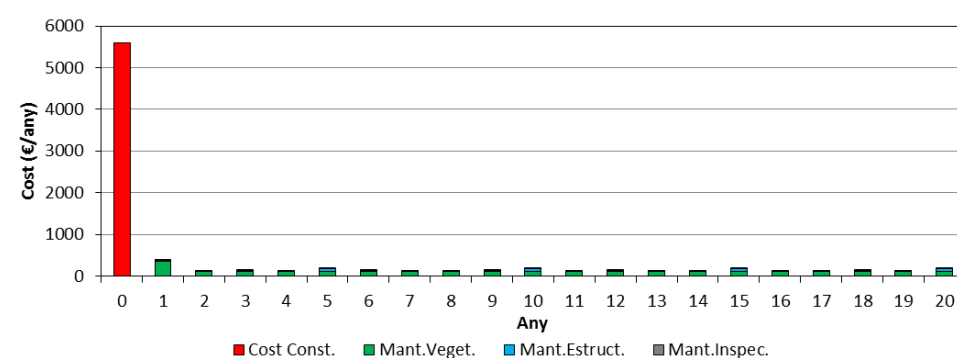
- Costos de manteniment al llarg de la seva vida útil:



Els costos unitaris de manteniment varien entre 1,68 i 11,71 €/m².

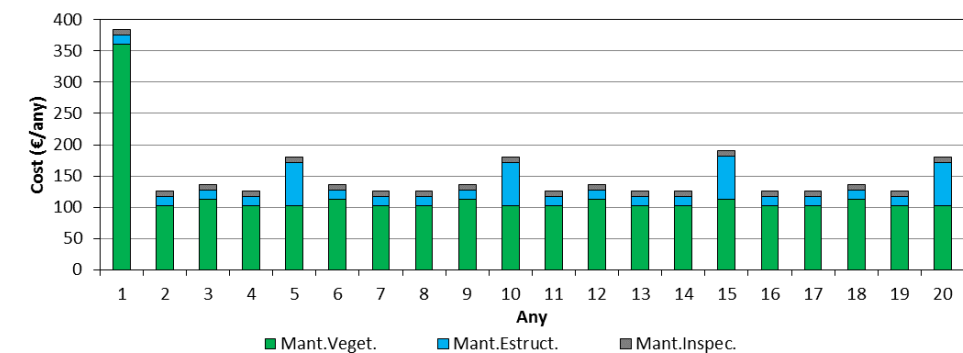
- Parterre inundable tipus al carrer Nàpols – Opció 1 (àrea = 48,7 m²):

- Costos al llarg de la seva vida útil (inclou costos d'execució i manteniment):



El cost de construcció unitari en aquest cas és de 114,94 €/m².

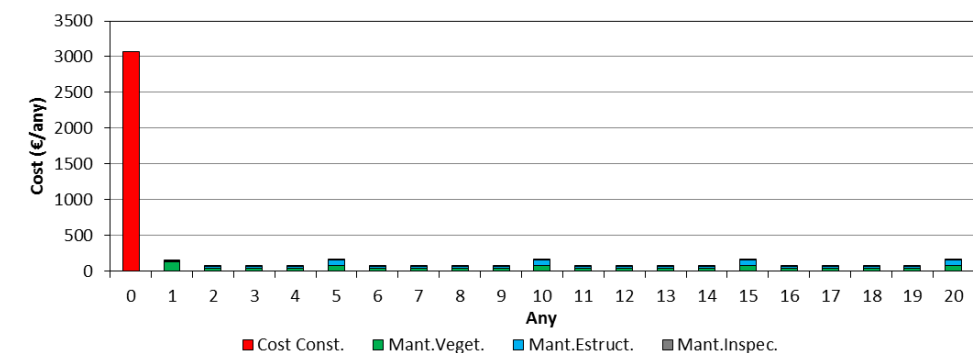
- Costos unitaris de manteniment al llarg de la seva vida útil:



Els costos unitaris de manteniment varien entre 2,58 i 3,91 €/m²(excepte el primer any).

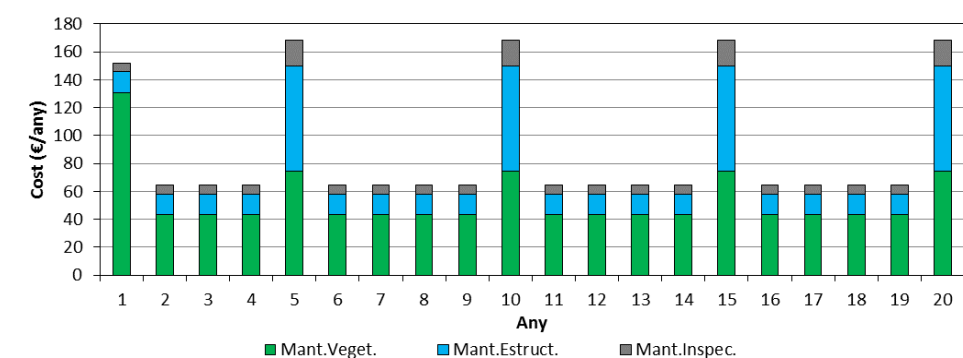
- Franja de biorretenció tipus a la Gran Via de les Corts Catalanes (àrea = 16,5 m²):

- Costos al llarg de la seva vida útil (inclou costos d'execució i manteniment):



El cost de construcció unitari en aquest cas és de 185,99 €/m².

- Costos unitaris de manteniment al llarg de la seva vida útil:



Els costos unitaris de manteniment varien entre 3,90 i 10,21 €/m².

Per tant, abans d'incloure SUDS als projectes d'urbanització i millora de l'espai urbà és necessari dur a terme una "Estimació econòmica i avaluació multicriteri preliminar" de les tipologies proposades envers el seu rendi-

ment i cicle de vida, seguint un procediment reconegut i estàndard, que pugui ser replicat per tots els operadors municipals i que es pugui adaptar als condicionants de la ciutat de Barcelona.

Amb l'objectiu d'analitzar els diferents costos i beneficis que poden produir les infraestructures de drenatge en general i concretament el SUDS, diferents organismes en tot el món han desenvolupat eines que permeten una comparació de diferents opcions de drenatge: aquestes eines quantifiquen els costos i beneficis de les diferents opcions, incloent-hi no sols de la mateixa infraestructura, sinó també els costos i beneficis per al cicle de l'aigua urbà i per al benestar del ciutadà. Alguns exemples d'aquestes eines són:

- NYC Green Infrastructure Co-Benefits Calculator: Disponible en: <http://www.nycgicobenefits.net/>
- CNT National Stormwater Management Calculator. Disponible en: <http://greenvalues.cnt.org/national/calculator.php>
- E²STORMED Decision Support Tool: Disponible en: <http://www.e2stormed.eu/results/>

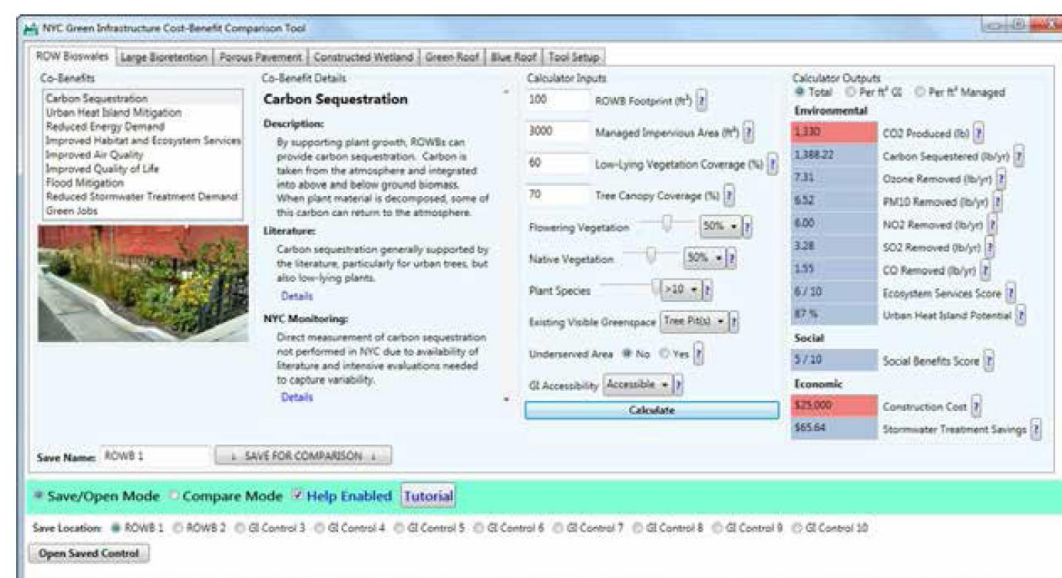


Figure 12: Online Green Infrastructure Co-Benefits Calculator

Aquestes eines poden utilitzar-se per realitzar una avaluació multicriteri, combinant criteris quantitius (per exemple costos i emissions) amb altres criteris qualitius i qualitius, de forma que es pugui decidir entre diferents opcions de drenatge amb una informació més completa i una visió més integrada, comunicant d'aquesta forma a la població, els beneficis d'una gestió de l'aigua de pluja més sostenible. Per exemple, al capítol 9 s'ha utilitzat l'eina E²STORMED per realitzar una avaluació multicriteri del SUDS de Can Cortada, resultant que els costos de manteniment dels parterres inundables són aproximadament el 4,5% dels costos de construcció.

9. ANÀLISIS MULTICRITERI COMPARATIU DE SOLUCIONS DE SUDS / DRENATGE CONVENCIONAL D'UNA ACTUACIÓ JA EXECUTADA A BARCELONA

Per a realitzar una anàlisi multicriteri de diferents opcions de drenatge, s'ha utilitzat el programa E²STORMED (Morales-Torres et al., 2016), que es pot descarregar gratuïtament en www.e2stormed.eu. Aquest programa analitza l'impacte econòmic, energètic i mediambiental de la utilització de sistemes no tradicionals de gestió de l'aigua de pluja, com els SUDS. D'aquesta forma, es combinen els criteris de decisió hidràulics i econòmics amb criteris energètics, mediambientals i socials per a una gestió de l'aigua de pluja més completa.

El programa s'ha utilitzat per analitzar els beneficis de l'actuació de drenatge sostenible en la urbanització de Can Cortada (Barcelona), finalitzada en 2015. El drenatge d'aquesta actuació s'ha dissenyat la per tal de minimitzar l'aportació d'aigua de pluja a la xarxa de clavegueram i contribuir a evitar la seva sobresaturació en episodis de fortes pluges, afavorint la infiltració d'aigua al terreny amb tots els avantatges que això comporta. L'escorrentia generada a les cobertes i voreres es dirigeix cap a les zones de parterres i franges d'arbrat, de tal manera que només davant d'episodis de pluges de magnitud significativa es produeixi un desbordament cap a la xarxa de clavegueram unitària.

El comportament hidràulic, els beneficis mediambientals i els costos de construcció i manteniment d'aquesta actuació s'han comparat amb els que s'obtidrien si en lloc dels parterres inundables s'hagués construït un paviment impermeable. Per tant, s'ha realitzat una anàlisi multicriteri per a comparar les dues solucions, analitzant els canvis a les zones on es gestiona l'aigua de pluja.

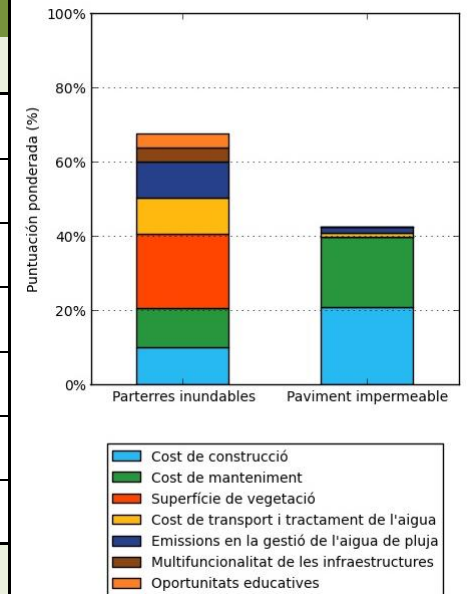
Els resultats obtinguts estan basats en les dades d'amidaments de les obres i la previsió del seu funcionament hidràulic del Projecte As-Built, mentre que els preus de construcció s'han pres del projecte original. També s'han utilitzat altres dades disponibles per a la ciutat de Barcelona, i els mètodes d'estimació de costos proporcionats pel programa E²STORMED. Les dades concretes utilitzades per a definir les dues solucions que es comparen es troben a l'Annex 6.



L'anàlisi multicriteri s'ha realitzat definint criteris de decisió per a dues situacions diferents: què passa quan les escorrenties generades són tractades a la planta d'aigües residuals (incloent-hi el cost d'aquest tractament) i què passa quan aquestes escorrenties són abocades al mar perquè la xarxa està sobresaturada (analitzant les diferències en qualitat de les escorrenties generades). En cada situació, s'han definit els criteris de decisió que podrien ser útils per a elegir entre les dos solucions plantejades, donant un pes a cada criteri i calculant la puntuació obtinguda.

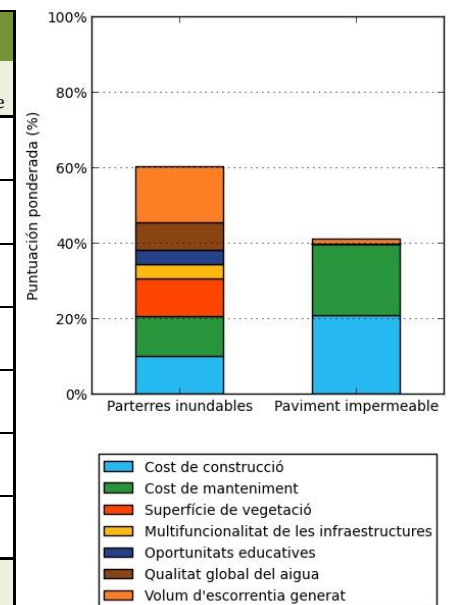
Escorrenties tractades a la planta d'aigües residuals

Criteri de decisió	Pes	Valor del criteri		Puntuació	
		Parterres inundables	Paviment impermeable	Parterres inundables	Paviment impermeable
Cost de construcció (€)	30%	99.692	45.520	10,1%	20,9%
Cost de manteniment (€/any)	20%	4.705	613	10,6%	18,8%
Superfície de vegetació (m²)	20%	990	0	19,8%	0,0%
Cost de transport i tractament de l'aigua (€/any)	10%	5,71	530,25	9,9%	1,2%
Emissions en la gestió de l'aigua de pluja (kg CO2 e/any)	10%	5.958	165.420	9,7%	1,7%
Multifuncionalitat de les infraestructures	5%	Alta	Molt baixa	3,8%	0,0%
Oportunitats educatives	5%	Altes	Molt baixes	3,8%	0,0%
Total				67,6%	42,6%



Escorrenties abocades al mar per sobresaturació de la xarxa

Criteri de decisió	Pes	Valor del criteri		Puntuació	
		Parterres inundables	Paviment impermeable	Parterres inundables	Paviment impermeable
Cost de construcció (€)	30%	99.692	45.520	10,1%	20,9%
Cost de manteniment (€/any)	20%	4.705	613	10,6%	18,8%
Superfície de vegetació (m²)	20%	990	0	9,9%	0,0%
Qualitat global de l'aigua	15%	Mitjana	Molt baixa	7,5%	0,0%
Volum d'escorrentia generat	15%	100	8.972	14,9%	1,5%
Multifuncionalitat de les infraestructures	5%	Alta	Molt baixa	3,8%	0,0%
Oportunitats educatives	5%	Altes	Molt baixes	3,8%	0,0%
Total				60,4%	41,2%



Com es pot observar, encara que el cost de construcció i manteniment és major en el cas dels parterres inundables, tenen una millor puntuació en la resta de criteris, obtenint una millor puntuació global en les dues situacions. A més, aquests costos són majors perquè s'ha comparat amb una superfície impermeable senzilla. Per exemple, el cost de construcció d'un dipòsit anti-DSU amb el mateix volum de retenció que els parterres inundables (610 m³) seria també de l'ordre de 100,000 €, segons el cost unitari de projectes similar a Barcelona, però sense els avantatges de tindre aquests espais verds.

10. PROPOSTA DE METODOLOGIA DE MONITORITZACIÓ DELS SUDS

La informació sobre com de bé funcionen els dispositius de drenatge sostenible és crítica per poder quantificar els seus beneficis, reduir els costos de manteniment, assegurar la seguretat dels ciutadans i millorar el seu disseny i ús (City of Portland, 2013).

Portland, ciutat pionera en la implementació de SUDS, elabora cada quatre anys un informe de monitorització (City of Portland, 2013) on recull com els dispositius monitoritzats són capaços de reduir els cabals punta i els volums d'escorrentiment. Les dades de qualitat d'aigua són més reduïdes degut a l'alt cost que comporta la seva avaluació. La monitorització sol consistir en mesuradors de cabal a l'entrada i l'eixida del dispositiu (recollint dades d'altura i velocitat automàticament cada 5 minuts), assajos d'infiltració i assajos de flux, per tractar de reproduir les pluges de disseny menys freqüents (per exemple de període de retorn 25 anys). La pressa de mostres per avaluar la qualitat d'aigua sol ser manual, encara que alguns espais compten amb equips automàtics, i s'analitzen per detectar sòlids suspesos totals, metalls, nutrients i olis. També s'analitzen mostres de sòl del dispositiu i de espais verds propers, per poder comparar els resultats. L'informe recull els valors obtesos així com els costos d'aquesta monitorització.

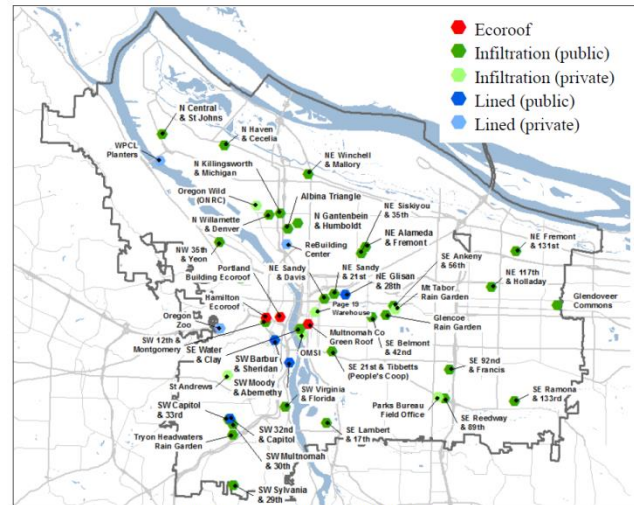
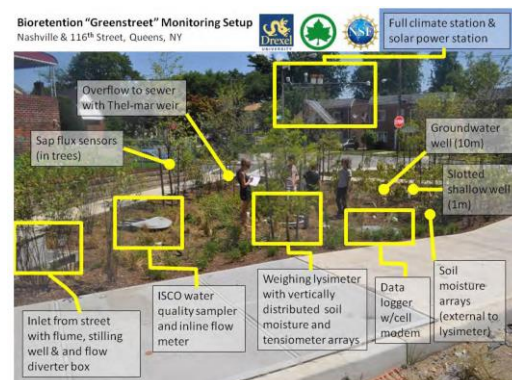
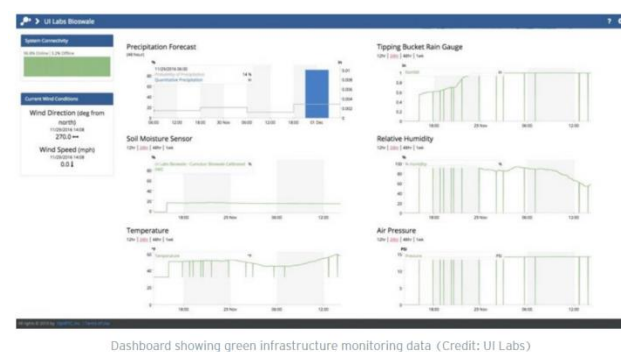


Figure 6-1: Location of monitored facilities



En Chicago, un projecte pilot llançat per City Digital (consorci d'entitats públiques, privades i d'educació superior) té l'objectiu de testear l'efectivitat dels SUDS en sis localitzacions (ja està instal·lat en una franja de biorretenció i un carrer amb paviment permeable) utilitzant sensors que registren dades de precipitació, pressió atmosfèrica, humitat del sòl, absorció química i altres paràmetres. En

De manera similar, la ciutat de Nova York duu a terme un programa de recerca i desenvolupament a llarg termini per recollir data del funcionament dels dispositius SUDS i dels co-beneficis que aporten (City of New York, 2016). En les primeres etapes del Pla d'Infraestructura Verda, va ser important reflexionar sobre quin tipus de monitorització era necessària per a no duplicar esforços i prioritzar els temes de recerca (Compton, 2012).



Dashboard showing green infrastructure monitoring data. (Credit: UI Labs)

2017 la informació estarà públicament disponible (<http://opengrid.io/>), i s'espera poder crear noves guies i principis gestors que permeten gastar els 50 milions de dollars disponibles pels SUDS, sàviament (Nextcity, 2016).

A l'Estat Espanyol, destaca la campanya de monitorització dels SUDS construïts dintre del marc del projecte europeu AQUAVAL (LIFE+ 2008), duta a terme durant l'any hidrològic 2012-2013. Tant els protocols de monitorització com els resultats obtesos poden consultarse als articles publicats al respecte (Perales-Momparler *et al.*, 2014 i 2016). Les següents fotografies mostren part de la instrumentació emprada:



Sobreeixidor triangular



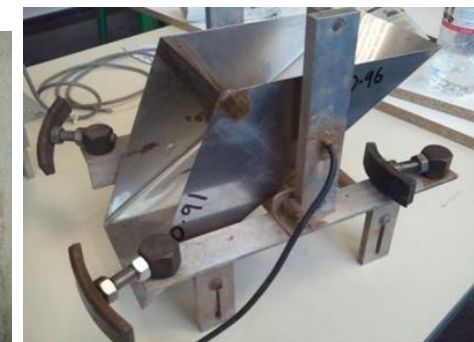
Sonda de pressió hidrostàtica



Arqueta de monitorització



cabalímetre



Aforador de balancí



Pluviòmetre

Durant aquesta campanya les mostres de qualitat d'aigua es van prendre manualment, però és recomanable recollir mostres de manera automàtica si es disposa de suficient pressupost.



Per a la ciutat de Barcelona és important que la monitorització dels SUDS estigui integrada amb els altres aspectes de la ciutat, en particular amb la monitorització de la xarxa de clavegueram, del reg i també amb el personal de manteniment dels SUDS. Una bona referència per programar per als primers anys de monitorització de SUDS és el Pla Global de Monitorització de Filadèlfia (Philadelphia Water Department, 2014), on explica les tasques a realitzar (selecció d'actuacions pilot, plantejament de les qüestions que es plantegen i activitats requerides per obtenir les respostes buscades).

11. CONCLUSIONS

Del present *Estudi de recopilació i anàlisi de les experiències amb sistemes i dispositius de drenatge sostenible (SUDS) a la ciutat de Barcelona*, es desprenen les següents conclusions i recomanacions:

1. Els SUDS presenten beneficis addicionals respecte als sistemes convencionals de gestió d'aigua de pluja urbana

L'Agència de Protecció Mediambiental dels Estats Units (US EPA), després de consultar amb estats i comunitats, negocis i grups d'indústria, acadèmia i organitzacions no governamentals sobre les millors maneres de gestionar l'escorriment urbà, reporta beneficis mediambientals, socials, i econòmics dels SUDS. Així, els beneficis addicionals que els SUDS (infraestructura verda) proporcionen quan es comparen a la infraestructura grisa (convencional), són: reducció de la necessitat de tractament de l'aigua; atenuació de l'illa de calor urbana; captura i emmagatzematge de carboni; reducció de la demanda d'energia dels edificis; ecologia urbana; qualitat d'aire; qualitat de vida; treballs verds; foment de xarxa d'infraestructura verda.

Cal destacar també que els SUDS ajuden a l'obtenció de punts per acreditacions de sostenibilitat com LEED i BREEAM, ja que aquestes acreditacions consideren que la gestió a l'àmbit de desenvolupament de l'escorrentia produïda és la millor manera de replicar els processos hidrològics de l'entorn i que la manera de fer-ho ha de ser mitjançant desenvolupaments de baix impacte (DBI) i infraestructura sostenible.

Mentre que els beneficis relatius a la quantitat i qualitat de l'escorriment són freqüentment estimats, no és el cas dels altres beneficis addicionals (mediambientals, socials i econòmics), però en els últims anys s'han desenvolupat diverses metodologies per comptabilitzar els múltiples beneficis del SUDS i ajudar a prendre decisions més informades a l'hora de destinar recursos.

2. Aquesta aproximació al drenatge urbà suposa un canvi de paradigma que va més enllà de la gestió del cicle de l'aigua, ja que implica canvis en el model d'urbanització, tant a nivell de disseny com de manteniment

És necessari considerar l'aplicació dels Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible, emmarcats en les accions de suport a les polítiques de gestió del cicle local de l'aigua i com a solucions basades en la natura per augmentar la resiliència i l'adaptació urbana als efectes del canvi climàtic, en el mateix procés de concepció de Pla o Projecte. Els SUDS són solucions pluridisciplinàries que aborden la gestió de l'aigua d'escorriment des de diferents perspectives, especialment la gestió dels espais verds, el que fa necessària una manera de pensar diferent, articuladora i integradora per a planificar les nostres ciutats que implica la reforma del model de disseny i gestió de l'espai públic.

Així, la implementació de SUDS a l'espai urbà de la Ciutat de Barcelona presenta una sèrie de reptes transversals i comuns a tots els operadors municipals, especialment pels responsables manteniment i gestió de l'espai públic i en particular els espais verds. Aquest canvi de paradigma no és senzill, però l'experiència de les ciutats presentades a aquest estudi són referents clar del fet que és possible.

3. Beneficis econòmics.

No considerar la gestió del sol i la pluja de manera sistemàtica costa a les ciutats milers de milions de dollars de despeses innecessàries en salut, energia i altres costos de drenatge, a més de degradar el confort, l'habitabilitat i la resiliència urbana.

L'anàlisi de detall dels costos i beneficis d'instal·lar combinacions de cobertes vegetades orelectants, panells fotovoltaics, aljubs, franges de biorretenció, paviments permeables o reflectants i arbres en Washington DC indica que es podrien obtenir beneficis nets superiors als 2.000 milions de dòlars en 40 anys. També cal destacar el Pla d'Infraestructura Verda de la de Ciutat de Nova York, que aconseguirà l'objectiu de reduir les descàrregues al medi receptor per mil milions de dòlars menys del cost dels tancs tradicionals i túnels que són útils només quan plou (mentre que la infraestructura verda — escosells correguts, paviments i carrers permeables, sostres verds i blaus, i molts altres sistemes de control d'escorrentia — poden millorar la qualitat de l'aigua i de l'aire, ajudar a refredar la ciutat, reduir la factures d'energia i les emissions de gas d'efecte d'hivernacle, augmentar el valor de la propietat, i embellir els barris).

4. La implementació de SUDS a l'Estat Espanyol i a Barcelona avança però encara existeix força desconeixement

Per les seves característiques i prestacions, els SUDS s'integren dintre de l'anomenada Infraestructura Verda, que la Comissió Europea ha definit com "una xarxa estratègicament planificada de zones naturals i seminaturals d'alta qualitat amb altres elements mediambientals". Aquesta manera alternativa (i complementària) de gestionar l'aigua de pluja, també està refrendada per Nacions Unides.

A l'Estat Espanyol, la guia metodològica de certificació de l'urbanisme ecològic destaca entre els principals objectius d'aquest, el foment dels espais multifuncionals i la compensació del segellat del sòl mitjançant sòls permeables que potenciïn la vida vegetada, regulin el cicle hidrològic i millorin les condicions de confort ambiental, fent especial èmfasi en l'aprofitament de les aigües pluvials, i la participació dels ciutadans en la discussió dels projectes urbans. A l'àmbit normatiu, destaca el Reial Decret 638/2016, que estableix que les noves urbanitzacions, polígons industrials i desenvolupaments urbanístics en general, hauran d'introduir sistemes de drenatge sostenible de manera que l'eventual increment del risc d'inundació es mitigui.

Ciutats com Madrid, Santander, Vitoria-Gasteiz, i Benaguasil compten amb nombrosos projectes i obres de drenatge sostenible, i aquest document repassa quinze actuacions amb SUDS a Barcelona. A la ciutat comtal destaca la nova proposta d'Ordenança Municipal de Medi Ambient que, amb l'objecte de la protecció del medi ambient al terme municipal de Barcelona, obliga a introduir SUDS en noves urbanitzacions o zones objecte de millora integral que puguin produir alteracions en el drenatge de la conca o conques interceptades.

5. A nivell de disseny, s'ha de tenir en compte tots els elements de la urbanització com possibles zones de gestió d'escorrentia, en especial els espais verds.

Atès que la nostra societat s'enfronta a la necessitat d'augmentar la resiliència i l'adaptació de les ciutats i pobles a una situació de canvi, i davant de la necessitat d'aprofitar recursos naturals, s'imposa aprofitar solucions tècniques de baix impacte fonamentades en els processos naturals, que complementin les xarxes existents i ens ajudin a retenir l'aigua de la precipitació a l'entorn urbà, especialment mitjançant l'aprofitament de l'estructura verda: els espais verds. Els SUDS són fàcilment integrables en el paisatge urbà, tant a zones vegetades com a les pavimentades, i poden servir per a àrees de captació de gran extensió si són adequadament dissenyats i mantinguts. Els principals tipus de SUDS Estructurals són: aljubs; rases drenants; franges vegetades; cobertes verdes; paviments permeables; pous, rases i dipòsits d'infiltració / detenció; escocells d'infiltració; parterres inundables; cunetes vegetades; estanys i aiguamolls; franges de biorretenció.

La creació d'una estratègia de drenatge urbà sostenible hauria de tenir importants efectes sobre el disseny urbà i de vies públiques tant com el dels espais verds. La utilització efectiva de SUDS exigeix de la coordinació, intensa i des de les primeres etapes de planejament, d'un equip multidisciplinari (arquitectes, enginyers, paisatgistes, biòlegs, ciutadans, etc.) i la consideració d'una sèrie d'estratègies en la redacció de projectes

d'urbanització, que consisteixen a retenir i fragmentar l'escorriment superficial sistemàticament per evitar que adquireixi un volum i una velocitat significatius. Amb aquest objectiu és recomanable fer servir i donar continuïtat a zones vegetades perquè actuïn de superfícies de laminació.

6. És fonamental considerar les necessitats de manteniment dels SUDS i valorar la necessitat de reassignar els recursos

Com per a qualsevol infraestructura, l'absència de manteniment dels SUDS pot provocar problemes en el seu funcionament. És fonamental establir un pla de manteniment amb una visió de ciutat, considerant la possibilitat d'integració i complementació d'accions que en l'actualitat realitzen desvinculadament brigades de neteja viària, de manteniment de la xarxa de clavegueram i de manteniment dels espais verds. Com per a qualsevol innovació, és necessari canviar el model de manteniment, comptant amb la coexistència del manteniment tradicional i del requerit pel nou model urbà.

7. S'ha d'aprofitar l'oportunitat que presenta l'actual moment de transformació de la ciutat de Barcelona per a la integració dels SUDS en la trama urbana

En un moment on s'entreveuen oportunitats de regeneració de gran calat a la ciutat de Barcelona, és necessari marcar criteris unificats, des d'una perspectiva pluridisciplinària, per augmentar la resiliència i l'adaptació urbana als efectes del canvi climàtic. Les accions que es duuguin a terme deuen considerar la gestió sostenible de les aigües pluvials, reduint el risc d'inundacions urbanes i l'impacte mediambiental dels abocaments del clavegueram en temps de pluja al medi receptor, alhora que milloren la qualitat de vida de les persones, reforcen la cohesió social, milloren les condicions ambientals i fomenten la biodiversitat.

És necessari elaborar per Barcelona un Pla de Gestió d'Aigües Pluvials que inclogui SUDS en la seva estratègia de gestió de la precipitació, que deu estar lligat a les metes de la ciutat, i per tant en comunió amb altres plans municipals; dins de les línies d'acció de Barcelona pel clima (aigua, mobilitat, verd, energia, residus, consum), els dos plans més rellevants a considerar són el Pla del Verd i de la Biodiversitat 2012-2020 i el Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona 2013-2018. Els objectius a assolir s'enumeren al Capítol 3, i es classifiquen en estratègics, socials, ambientals i tècnics.

8. És recomanable dur a terme tant mesures Estructurals com No Estructurals: obres, monitorització, manteniment, educació...

Aquesta forma de gestió de l'aigua d'escolament descentralitzada i complementària a la xarxa de clavegueram existent, amb una visió integral de la gestió de l'espai públic, haurà de considerar tant mesures estructurals, com mesures no estructurals. Les primeres comporten la construcció d'una sèrie de dispositius i xarxes de captura de l'aigua de pluja per a conformar un sistema de drenatge sostenible. Les segones s'estenen al manteniment de l'espai urbà, i els espais verds en particular, i també són aquelles destinades a informar a la ciutadania, a través per exemple de campanyes i cartells informatius.

9. Establir criteris mínims per reduir la proporció de superfícies permeables

Minimitzar-se la proporció de paviments impermeables, a fi d'afavorir la infiltració, establint uns mínims de permeabilitat en voreres, rambles, mitjanes, places i àrees verdes urbanes. Fomentar la captació de

l'escorrentia per la millora de la seva qualitat, per garantir a una jardineria sostenible i per la recàrrega d'aquífers.

10. A l'hora de seleccionar els tipus de SUDS a utilitzar s'han de considerar les limitacions derivades, entre altres, de la alta densitat d'urbanització de ciutats com Barcelona

Com per a tota infraestructura, és important avaluar la conveniència de la instal·lació d'un tipus o un altre de dispositiu SUDS, especialment en entorns urbans consolidats, i que la solució global contempli la possibilitat de fallada o sobreeiximent d'aquest. Un aspecte important a considerar a l'hora de seleccionar els SUDS és la distància a fonaments i al freàtic requerides per a dispositius d'infiltració, que en general es situaran a la part inferior dels plans de l'escorriment en què se divideixi l'àrea d'alimentació o conca.

11. A partir d'aquest estudi seria recomanable definir, amb la participació dels principals actors municipals i regionals, un programa d'actuació concret

Aquest estudi s'ha d'entendre com una primera aproximació a l'estat de l'art dels SUDS a Barcelona, que seria recomanable ampliar amb una anàlisi DAFO que permetés definir de manera programada les mesures a dur a terme a nivell ciutat, aprofitant l'equip multidisciplinari i interdepartamental de la Comissió SUDS, i l'experiència d'altres figures, com el Cap de Resiliència, que pot jugar un paper important pel seu caràcter transversal. Entre aquestes mesures, es preveuen com a necessàries les següents:

- a) Recolçament institucional i divulgació dels SUDS.
- b) Elaboració d'un Pla de Gestió d'Aigües Pluvials que inclogui SUDS (adicional però lligat al Pla de Clavegueram), que hauria de tenir importants efectes sobre el disseny urbà i de vies públiques tant com el dels espais verds.
- c) Elaborar un Pla de Manteniment per als SUDS, començant pels SUDS ja existents a Barcelona. Aquest hauria d'estar inclòs en el Pla de Gestió esmenat al punt precedent.
- d) Incloure els SUDS en l'epígraf d'altres aspectes a tenir en compte en projectes d'urbanització a la Guia de criteris tècnics generals de la xarxa de clavegueram de Barcelona.
- e) Adaptació del marc normatiu, amb l'aprovació de l'Ordenança Municipal de Medi Ambient i redacció de normativa específica complementària
- f) Redacció d'una guia tècnica de SUDS, que inclogui tant criteris de disseny com de manteniment
- g) Cursos de formació per a tècnics municipals i personal de manteniment
- h) Ampliació del Manual de Senyalització dels Espais Verds amb pictogrames específics dels SUDS, per exercir una labor didàctica del seu paper en reduir el risc d'inundació, la contaminació del medi ambient, etc.
- i) Establiment d'un sistema de monitorització de les primeres experiències SUDS que permetin contrastar la seva efectivitat i la millora continua
- j) Anàlisi de la possibilitat de modificar les taxes de clavegueram per aplicar el principi de "qui contamina paga", i d'obrir línies de finançament i ajudes a la implementació dels SUDS

ANNEX 1: BIBLIOGRAFIA

abc27 (2016). *Higher sewer fees could pay for 'community greening'*. Disponible en: <http://abc27.com/2016/12/06/higher-sewer-fees-could-pay-for-community-greening/>

Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (2014). *Certificación del urbanismo ecológico*. Dirección General de Suelo y Políticas Urbanas, Secretaría de Estado de Vivienda y Actuaciones Urbanas, Ministerio de Fomento, Gobierno de España. Disponible en: http://www.bcnecologia.net/sites/default/files/publicaciones/docs/certificacion_del_urbanismo_ecologico.pdf

Ajuntament de Barcelona (2010). Proposta per a la implantació de tècniques de drenatge urbà sostenible (TEDUS) a Barcelona. CLABSA. Medi Ambient.

Ajuntament de Barcelona (2013a). *Pla del Verd i de la Biodiversitat 2012-2020*. Disponible en: <http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/ca/que-fem-i-per-que/ciutat-verda-i-biodiversitat/pla-verd-i-la-biodiversitat>

Ajuntament de Barcelona (2013b). *Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona 2013-2018*. Disponible en: <http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/ca/pla-de-mobilitat-urbana/presentacio>

Ajuntament de Barcelona (2015a). *Guia de criteris tècnics generals de la xarxa de clavegueram de Barcelona*. Barcelona Cicle de l'Aigua S.A. Disponible en: <http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/ca/serveis/la-ciutat-es-transforma/prescripcions-tecniques/documentacio-ambits>

Ajuntament de Barcelona (2015b). *Plec de clàusules tècniques del contracte de manteniment del clavegueram de Barcelona (2015-2022)*. Medi Ambient i Serveis Urbans – Habitat Urbà.

Ajuntament de Barcelona (2016a). *Tècniques de drenatge urbà sostenible (TEDUS) aplicables al viari de Barcelona*. Barcelona Cicle de l'Aigua S.A. Medi Ambient i Serveis Urbans – Habitat Urbà.

Ajuntament de Barcelona (2016b). *Proposta d'Ordenança Municipal de Medi Ambient*.

Andrés-Valeri, V.C., Perales-Momparler, S., Sañudo-Fontaneda, L.A., ; Andrés-Doménech, I., Castro-Fresno, D., Escuder-Bueno, I. (2016). *Sustainable Drainage Systems in Spain*. En: Sustainable Surface Water Management: A Handbook for SUDS (355 - 370). Wiley. 978-1-118-89770-6. Disponible en: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118897706.html>

Anta Álvarez, J., Arias Sánchez, R., Blanco Menéndez, J.P., Hernáez Oubiña, D., Puertas Agudo, J. Sánchez Briz, E.M., Suárez López, J. (2009). *Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia*. Volumen II. Conselleria de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, Xunta de Galicia. Disponible en: http://augasdeg Galicia.xunta.gal/c/document_library/get_file?folderId=216484&name=DLFE-17836.pdf

ARC (2016). *Georgia Stormwater Management Manual*. Atlanta Regional Commission (ARC) in collaboration with AECOM, Center for Watershed Protection, Center Forward, Georgia Environmental Protection Division, Mandel Design. USA. Disponible en: <http://documents.atlantaregional.com/gastormwater/GSMM-2016-FINAL.pdf>

Ayuntamiento de Madrid (2006). *Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid*. BO. Ayuntamiento de Madrid 22/06/2006 num. 5709 pag. 2410-2443. Disponible en: <http://www.madrid.es/UnidadWeb/UGNormativas/Normativa/2006/Ficheros/ANM200650.pdf>

Ayuntamiento de Madrid (2007). *Criterios para una jardinería sostenible en la ciudad de Madrid*. Disponible en: http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Educacion_Ambiental/ContenidosBasicos/Publicaciones/HuertoJardineria/CriteriosJardineriaSostenibleMadrid.pdf

Ayuntamiento de Madrid (2009). *Buenas Prácticas en Arquitectura y Urbanismo para Madrid. Criterios bioclimáticos y de eficiencia energética*. Área de Gobierno de Urbanismo y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid.

Ayuntamiento de Madrid (2015). *Proyecto Madrid + Natural*. Disponible en: <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/El-Ayuntamiento/Medio-ambiente/Energia-y-cambio-climatico?vgnextfmt=default&vgnextoid=0ca36936042fc310VgnVCM1000000b205a0aRCRD&vgnextchannel=4b3a171c30036010VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&idCapitulo=8617429>

Ayuntamiento de Valencia (2016). *Ordenanza Municipal Reguladora de Saneamiento*. Boletín Oficial de la Provincia de València Nº 27, 10-II-2016, pp 58-230. Disponible en: <http://www.ciclointegraldelagua.com/files/normativa/Ordenanza-Municipal-Saneamiento.pdf>

Aznar, B. (2013). *Estudi en model bidimensional del volum de descàrrega del sistema unitari (DSU) en temps de pluja a la xarxa de Barcelona*. Projecte O Tesina d'Especialitat. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports. UPC Barcelonatech.

Ballester-Olmos, J.F., Peris-García, P.P., Perales-Momparler, S., Andrés-Doménech, I., Escuder-Bueno, I. (2015). *El agua en Benaguasil. Un viaje en el tiempo*. Ajuntament de Benaguasil, España. Disponible en: <http://www.benaguasil.com/wp-content/uploads/2015/07/TOMO-1-El-Agua-de-Benaguasil.pdf> i <http://www.benaguasil.com/wp-content/uploads/2015/07/TOMO-2-El-agua-en-Benaguasil.pdf>

Baró, F., Chaparro, L., Gómez-Baggethun, E., Langemeyer, J., Nowak, D.J., Terradas, J. (2014). *Contribution of Ecosystem Services to Air Quality and Climate Change Mitigation Policies: The Case of Urban Forests in Barcelona, Spain*. Ambio 43, no. 4 (2014): 466-479. <http://dx.doi.org/10.1007/s13280-014-0507-x>

Boletín Oficial del Estado (2012). *Real Decreto 1290/2012, de 7 de septiembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, y el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas*. BOE núm. 227, Sec. I, pp. 66167-66194. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2012/09/20/pdfs/BOE-A-2012-11779.pdf>

Boletín Oficial del Estado (2013). *Real Decreto 233/2013, de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016*. BOE núm. 86, Sec. I, pp. 26623-26684. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2013/04/10/pdfs/BOE-A-2013-3780.pdf>

Boletín Oficial del Estado (2016a). *Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tago, Guadiana y Ebro*. BOE núm. 16, Sec. I, pp. 2972-4301. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2016/01/19/pdfs/BOE-A-2016-439.pdf>

Boletín Oficial del Estado (2016b). *Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras*. BOE núm. 60, Sec. I, pp. 18882-19023. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2016/03/10/pdfs/BOE-A-2016-2405.pdf>

BRE (2017). *BRE Environmental Assessment Method (BREEAM) Website*. Building Research Establishment Ltd. Disponible en: <http://www.breeam.com>

Carballo-Pérez, G. (2012). *Drenatge per infiltració en el terreny en jardins públics: estratègies i solucions pràctiques*. XVIè Congrés de l'APEVC. Llibre de Ponències. Març, 2012, p.88.

Carballo-Pérez, G. (2014). *Recuperando procesos naturales: drenaje por infiltración en terrenos urbanos*. CIUDAD SOSTENIBLE, Nº 18, 1er Trimestre, p. 86.

Carballo-Pérez, G. (2015a). *El Paisaje Análogo: la recuperación de funciones del ecosistema en espacios verdes públicos*. PARJAP nº 78, p.14 - 21.

Carballo-Pérez, G. (2015b). *Experiència a Espais Verds de Barcelona amb drenatges sostenibles*. Presentació. Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat, Direcció de Conservació, Ajuntament de Barcelona.

Carballo-Pérez, G. (2016). *Aplicació de SUDS en espais verds: exemples a Barcelona*. Presentació Jornada SUDS – Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible. Ajuntament de Barcelona i Diputació de Barcelona.

Carballo-Pérez, G., Martí-Carral, I., Miró, J. (2016). *Les millores de sòl en arbrat existent i en noves urbanitzacions (sòls estructurals)*. Projecte, Revisió 12. Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat, Direcció de Conservació. Ajuntament de Barcelona.

Castro-Fresno, D., Andrés-Valeri, V.C., Sañudo-Fontaneda, L.A., Rodríguez-Hernandez, J. (2013): *Sustainable Drainage Practices in Spain, Specially Focused on Pervious Pavements*. 2013, 5, 67-93. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/w5010067>

CEA (2012). *El Anillo Verde Interior. Hacia una Infraestructura Verde Urbana en Vitoria-Gasteiz*. Centro de Estudios Ambientales. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Disponible en: <https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/44/11/44411.pdf>

CEA (2014). *La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz. Documento de Propuesta*. Centro de Estudios Ambientales. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Disponible en: <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/eu/32/95/53295.pdf>

CEA (2017). *La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz. Fichas de actuación*. Centro de Estudios Ambientales. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Disponible en: <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/80/64/68064.pdf>

CLABSA (2013). *Pla tècnic per a l'aprofitament dels recursos hídrics alternatius de Barcelona*. Clavegueram de Barcelona, S.A (CLABSA). Ajuntament de Barcelona.

CIRIA (2016). *BeST (Benefits of SuDS Tool) Evaluation Tool*. Disponible en: <http://www.susdrain.org/resources/best.html>

City of Chicago (2016). *Regulations for sewer construction and stormwater management*. Department of water management. Department of Water Management Regulations for Sewer Construction and Stormwater Management. Chicago, USA. Disponible en: <https://www.cityofchicago.org/content/dam/city/depts/water/general/Engineering/SewerConstStormReq/2016StormwaterRegulations.pdf>

City of Los Angeles (2009). *A Homeowner's "How-To" Guide*. Rainwater Harvesting Program. Disponible en: http://www.lastormwater.org/wp-content/files_mf/homeowner_howto_guide.pdf

City of Melbourne (2014). *Total Watermark. City as a Catchment*. Melbourne City Council. Australia. Disponible en: <http://www.melbourne.vic.gov.au/SiteCollectionDocuments/total-watermark-update-2014.pdf>

City of Mesa (2015). *Low Impact Development Toolkit*. Arizona. USA. Disponible en: <http://mesaaz.gov/home/showdocument?id=14999>

City of New York (2010): *NYC Green Infrastructure Plan. A Sustainable strategy for clean waterways*. Disponible en: http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/NYCGreenInfrastructurePlan_ExecutiveSummary.pdf

City of New York (2012): *NYC Green Infrastructure Plan: 2011 Update*. Disponible en: http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/gi_annual_report_2012.pdf

City of New York (2013): *Bioswale Care Handbook*. Disponible en: http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/bioswalecare_handbook.pdf

City of New York. Department of Environmental Protection – DEP (2013). *NYC Green Infrastructure, video*. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=zrhW2cMTpJs>

City of New York (2015). *NYC Green Infrastructure: 2014 Annual Report*. Disponible en: http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/gi_annual_report_2015.pdf

City of New York (2016). *NYC Green Infrastructure: 2015 Annual Report*. Disponible en: http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/gi_annual_report_2016.pdf

City of New York. Department of Environmental Protection – DEP (2015). *Protection requirements for existing right-of-way green infrastructure practices*. Disponible en: http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/ogi-protection-procedure.pdf

City of New York (2016). *NYC Green Infrastructure: 2015 Annual Report*. Disponible en: http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/gi_annual_report_2016.pdf

City of New York. Department of Environmental Protection – DEP (2016a). *Standard Design and Guidelines for Green Infrastructure Practices*. Disponible en: http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/bioswales-standard-designs.pdf

City of New York. Department of Environmental Protection – DEP (2016b). *Green infrastructure performance metrics report*. Disponible en: http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/gi-performance-metrics-report-2016.pdf

City of New York. Department of Finance – DF (web): *Green Roof Tax Abatement*. Disponible en: <https://www1.nyc.gov/site/finance/benefits/landlords-green-roof.page>

City of Philadelphia (2014). *City of Philadelphia Green Streets Design Manual*. Mayor's Office of Transportation and Utilities. Disponible en: http://www.phillywatersheds.org/img/GSDM/GSDM_FINAL_20140211.pdf

City of Portland (2013). *2013 Stormwater Management Facility Monitoring Report*. Bureau of Environmental Services, City of Portland, USA. Disponible en: <https://www.portlandoregon.gov/bes/article/563749>

City of Portland (2016). *City of Portland Stormwater Management Manual*. Oregon, USA. Disponible en: <https://www.portlandoregon.gov/bes/64040>

City of San Francisco (2010). *Guide to the San Francisco Better Streets Plan & Related Amendments to San Francisco's Municipal Codes*. Disponible en: http://www.sf-planning.org/ftp/BetterStreets/docs/Guide_to_BSP.pdf

City of San Francisco (2016). *San Francisco Stormwater Management Requirements and Design Guidelines*. City of San Francisco, San Francisco Public Utilities Commission & Port of San Francisco. Disponible en: <http://sfwater.org/modules/showdocument.aspx?documentid=9026>

CNT (2006). *Green values - National Stormwater Management Calculator*. Center for Neighborhood Technology. Disponible en: <http://greenvalues.cnt.org/national/calculator.php>

CNT and American Rivers (2010). *The Value of Green Infrastructure: A Guide to Recognizing Its Economic, Environmental and Social Benefits*. Center for Neighborhood Technology and American Rivers, Chicago, USA. Disponible en: http://www.cnt.org/sites/default/files/publications/CNT_Value-of-Green-Infrastructure.pdf

Comissió d'Ecologia, Urbanisme i Mobilitat (2016). *Criteris Tècnics per a la Implantació de les Superilles a Barcelona*. Ajuntament de Barcelona.

Comité de Expertos en Sequía del MMA (2007). *La Sequía en España: Directrices para minimizar su impacto*. Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Comité de las Regiones (2013). *Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa*. Diario Oficial de la Unión Europea. 2013/C 356/08. Disponible en: <http://www.bizkaia.eus/fitxategiak/05/ogasuna/europa/pdf/documentos/13-C356-08.pdf>

Comisión Europea (2011). *Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020*. Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure_es.pdf

Comisión Europea (2012). *Directrices sobre mejores prácticas para limitar, mitigar o compensar el sellado del suelo*. Documento de trabajo de los servicios de la comisión. SWD (2012) 101 final/2. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. ISBN 978-92-79-26211-1. Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_es.pdf

Comisión Europea (2014). *Construir una infraestructura verde para Europa*. Oficina de Publicaciones Oficiales de la Unión Europea. ISBN 978-92-79-39996-1. Disponible en: <http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf>

Compton, N. (2012). *Green Infrastructure at NYC Parks: What decisions are we making and what research is needed?* New York City Department of Parks & Recreation. Disponible en: http://swre.cae.drexel.edu/wp-content/uploads/2013/07/Nette-Compton-2012.07.24_Drexel-Urban-Eco-Hydrology-Workshop.pdf

Consell Metropolità de Barcelona (2012). *Reglament del servei metropolità del cicle integral de l'aigua*. Disponible en: http://www.aiguesdesvh.cat/DOC/Reglament_del_Servei_Metropolita_del_Cicle_Integral_Aigua_Versio_reduida.pdf

Council of Australian Governments (2004). *National Water Initiative (NWI)*. Australia.

CYII (2016). *Normas para Redes de Saneamiento. Versión 2*. Canal de Isabel II. Madrid. Disponible en: https://www.canalgestion.es/es/galeria_ficheros/pie/normativa/normativa/Normas_Redde_Saneamiento_Versio_2_28_11_2016.pdf

Davis, A.P., Hunt, W.F., Traver, R.G., Clar, M. (2009). *Bioretention Technology: Overview of Current Practice and Future Needs*. J. Environ. Eng. 2009.135:109-117. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(2009\)135:3\(109\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2009)135:3(109))

De Urbanisten (2012). *Water Square Benthemplein, Rotterdam*. Disponible en: <http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=waterplein-benthemplein>

Department for Communities and Local Governments (2012). *National Planning Policy Framework*. Disponible en: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/6077/2116950.pdf

Department of Water (2007). *Stormwater Management Manual for Western Australia*. Government of Western Australia. Disponible en: https://www.water.wa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0020/4772/44217.pdf

Deutsch J.C., Revitt M., Ellis B., Scholes L. (2003). *Report 5.1. Review of the use of stormwater BMPs in Europe*. ADSS for the integration of stormwater source control into sustainable urban management strategies. Project under EU RTD 5th Framework Programme. DayWater Research Project, Middlesex University.

Diari Oficial de la Comunitat Valenciana (2015). *Decreto 201/2015, de 29 de octubre, del Consell, por el que se aprueba el Plan de acción territorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana [2015/8835]*. Disponible en: http://www.dogv.gva.es/index.php?id=26&L=1&TEXT=Orden%252028/2010%252C%2520de%2520%2520de%2520diciembre%252C%2520de%2520la%2520Conselleria%2520de%2520Infraestructuras%2520y%2520Transporte&tipo_search=legislacion&num_tipo=6&sig=008544/2015&tl=Orden%252028/2010%252C%2520de%252010%2520de%2520diciembre%252C%2520de%2520la%2520Conselleria%2520de%2520Infraestructuras%2520y%2520Transporte

DID (2016). *Urban Storm Water Management (MSMA)*. Department of Irrigation and Drainage. Ministry of Natural Resources and Environment. Malaysia. Disponible en: <http://www.water.gov.my/home/56/1201-msma-manual?lang=en>

Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat (2013). *Preus aplicables al manteniment de l'any de garantia dels espais de nova creació*.

Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat (2016). *Estimació de Ratis de Manteniment per tipus d'espais verds a la nova plaça de les Glòries*.

Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell de 23 d'octubre de 2000, per la qual s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües. Disponible en: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/legislacio/directives/directiva_2000_60.pdf

Directiva 2007/60/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 23 d'octubre de 2007, relativa a l'avaluació i gestió dels riscos d'inundació. Disponible en: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/legislacio/directives/directiva_2007_60_ce.pdf

Drake, J., Bradford, A., Van Setters, T. (2014). *Stormwater quality of springesummer-fall effluent from three partial-infiltration permeable pavement systems and conventional asphalt pavement*. Journal of Environmental Management 139, 69-79. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.056>

EEA (2012). *Biogeographic regions in Europe*. European Environment Agency. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/biogeographical-regions-in-europe-1>

Ellis, K., C. Berg, D. Caraco, S. Drescher, G. Hoffmann, B. Keppler, M. LaRocco, and A. Turner. 2014. *Low Impact Development in Coastal South Carolina: A Planning and Design Guide*. ACE Basin and North Inlet – Winyah Bay National Estuarine Research Reserves, USA. Disponible en: http://www.scseagrant.org/pdf_files/LID-in-Coastal-SC-low-res.pdf

Engineering Nature's Way (2016). *SuDS: The State of the Nation 2016*. Hydro International Stormwater Division. UK. Disponible en: <http://www.engineeringnaturesway.co.uk/wp-content/uploads/2016/12/2016-SuDS-Survey-Report.pdf>

EPA (2004). *Using Smart Growth Techniques as Stormwater Best Management Practices*. National Risk Management Research Laboratory. United States Environmental Protection Agency. Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-04/documents/stormwater-best-management-practices.pdf>

EPA (2008). *Managing wet weather with Green Infrastructure. Action Strategy*. Low Impact Development Center. United States Environmental Protection Agency. Disponible en: https://www.michigan.gov/documents/dnr/GreenInfrastructureActionStrategy-EPA_223662_7.pdf

EPA (2014). *The Economic Benefits of Green Infrastructure*. A Case Study of Lancaster, PA. United States Environmental Protection Agency. Disponible en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/cnt-lancaster-report-508_1.pdf

EPA (2016a). *What is Green Infrastructure?* United States Environmental Protection Agency website. Disponible en: <https://www.epa.gov/green-infrastructure/what-green-infrastructure>

EPA (2016b). *Community Solutions for Stormwater Management: A Guide for Voluntary Long-Term Planning - Draft*. Office of Water, United States Environmental Protection Agency. Disponible en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-10/documents/draftlongtermstormwaterguide_508.pdf

EPA (2016c). *Memorandum - Community Solutions for Stormwater Management: A Guide for Voluntary Long-Term Planning*. Office of Water, United States Environmental Protection Agency. Disponible en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-10/documents/memo_long-term_stormwater_guide-508.pdf

EPA (2017). *Benefits of Green Infrastructure*. United States Environmental Protection Agency website. Disponible en: <https://www.epa.gov/green-infrastructure/benefits-green-infrastructure>

Febles, D., Perales, S., Soto, R. (2009). *Innovación y Sostenibilidad en la Gestión del Drenaje Urbano: Primeras Experiencias de SuDS en la Ciudad de Barcelona*. Jornadas de Ingeniería del Agua. CEDEX. Madrid.

Fernández, B., Rivera, P., Montt, J.P. 2003. *Con Bajo Impacto Hidrológico Ambiental: Uso de Pavimentos Permeables*. Revista BIT Noviembre 2003, pp 54-56.

Fletcher, T.D., Shuster, W., Hunt, W.F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J., Mikkelsen, P.S., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, D., Viklander, M. (2015). *SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage*. Urban Water Journal, 12:7, 525-542. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>

Gecsa Ingeniería (2010). *Proyecto de Millora del Parc del Clot*. Presentació Gabino Carballo. Medi Ambient, Ajuntament de Barcelona.

Generalitat de Catalunya. (2008). *Llibre d'estil de les carreteres catalanes*. Departament de Política territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya. Disponible en: http://territori.gencat.cat/ca/01_departament/documentacio/mobilitat/carreteres/llibre_destil_de_les_carreteres_catalanes/

Generalitat de Catalunya (2016). *Proposta del Pla de gestió del risc d'inundació del districte de conca fluvial de Catalunya*. Departament de Territori i Sostenibilitat i Departament d'Interior. Disponible en: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/Pla_risc_inundacio/1cicle/PGRI/pgri/ca/01_pgri_proposta_pla_gestio.pdf

Generalitat de Catalunya (2017). *DECRETO 1/2017, de 3 de enero, por el que se aprueba el Plan de gestión del distrito de cuenca fluvial de Cataluña para el período 2016–2021*. Disponible en: https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/Normativa/Decret_PG2ncicle_es.pdf

Houle, J.J., Roseen, R.M., Ballester, T.P., Puls, T.A., Sherrard Jr, J. (2013). *Comparison of Maintenance Cost, Labor Demands, and System Performance for LID and Conventional Stormwater Management*. J. Environ. Eng. 2013.139:932-938. Disponible en: https://www.unh.edu/unhsc/sites/unh.edu.unhsc/files/Houle_JEE_July-2013.pdf

Hunt, W.F. (2011). *Maintaining Permeable Pavements*. North Carolina Cooperative Extension, Raleigh, NC. USA. Disponible en: <https://www.bae.ncsu.edu/extension/ext-publications/water/protecting/ag-588-23-maintaining-permeable-pavements.pdf>

IDAE (2002). *Manual de diseño. La ciudad sostenible*. Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía (IDAE). Ministerio de Economía. Madrid.

ITeC (2016). *Banco BEDEC 2016*. Disponible en: <http://itec.es/infoitec/bases-datos/nuevo-banco-bedec-2016/>

IWA (2016). *The IWA "Principles for Water Wise Cities"*. International Water Association. Disponible en: <http://www.iwa-network.org/projects/water-wise-cities/>

Jerusalem Post (2016). *Israel opens its first 'Water Sensitivity Center'*. Por Michelle Malka Grossman. Disponible en: <http://www.jpost.com/Business-and-Innovation/Environment/Israel-opens-its-first-water-sensitivity-center-456587>

JSCWSC (2009). *Evaluating options for Water Sensitive Urban Design – a national guide*. Joint Steering Committee for Water Sensitive Cities (Chaired by the Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts). BMT WBM Pty Ltd. Australia. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.369.3957&rep=rep1&type=pdf>

Kats, G., Glassbrook, K. (2016). *Achieving Urban Resilience: Washington DC*. Capital E. USA. Disponible en: <https://cap-e.com/wp-content/uploads/2016/12/SmartSurfacesDCFullReport.pdf>

KKL-JNF (2016). *Planning a Sustainable Future through Water Sensitive Cities*. Keren Kayemeth Lelsrael Jewish National Fund. Disponible en: <http://www.kkl-jnf.org/about-kl-jnf/green-israel-news/june-2016/water-cities-center/>

Lara, L., Subils, I., Fernandez, M., Rubio, M. (2016). *Estudi per a la implantació de sistemes de sòls estructurals i paviments drenants per millorar la plantació de l'arbrat de l'espai viari de Barcelona*. Revisió novembre 2016. Parcs i Jardins, Institut Municipal. Ajuntament de Barcelona.

Llopart-Mascaró, A., Gil, A., Martínez, M., Puertas, J., Suárez, J., del Río, H., Paraira, M. (2010). *Caracterización analítica de las aguas pluviales y gestión de aguas de tormenta en los sistemas de saneamiento*. 6ª Jornadas técnicas de saneamiento y depuración. Noviembre 2010, Murcia, España.

Low Impact Development Center (2010). *Low Impact Development Manual for Southern California: Technical Guidance and site Planning Strategies*. Southern California Stormwater Monitoring Coalition, in cooperation with the State Water Resources Control Board. USA. Disponible en: <https://www.casqa.org/sites/default/files/downloads/socallid-manual-final-040910.pdf>

Malgrat, P. (1995): *Panorámica general de la escorrentía de aguas pluviales como fuente de contaminación. Actuaciones posibles*. Workshop Benicàssim, Benicàssim (Castellón). 28 Nov – 1 Dic 1995.

McMahon, M. (2016). *Addressing America's Largest Growing Source of Water Pollution: Stormwater Runoff*. Institute for Sustainability and Energy at Northwestern, USA. Disponible en: <http://isen.northwestern.edu/addressing-america%E2%80%99s-largest-growing-source-of-water-pollution-stormwater-runoff>

MINVU (1996). *Técnicas Alternativas para soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile. Disponible en: http://www.minvu.gob.cl/opensite_des_20070404114325_20070317115825.aspx

MINVU (2005). *Guía de diseño y especificaciones de elementos urbanos de infraestructura de aguas lluvias*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile. Disponible en: http://www.minvu.cl/opensite_20090529093818.aspx

MINVU (2008) *Código de normas y especificaciones técnicas de obras de pavimentación*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Disponible en: www.minvu.cl/incjs/download.aspx?glb_cod_nodo=20091005170504&hdd_nom_archivo=Codigo_de_Normas_MINVU_1110165429228831373.pdf

MOP (2013). *Guía para el diseño, construcción, operación y conservación de obras de drenaje urbano*. Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Obras Hidráulicas. Gobierno de Chile. Disponible en: <http://www.doh.gov.cl/manualdrenajeyurbano/Paginas/default.aspx>

Monk, E.; Chalmers, L. (2006). *MIMIC Natural Drainage processes. A practical approach for stormwater management in Western Australia*. Department of Water. 1st National Hydropolis Conference. Perth, Western Australia. Diponible en: https://www.water.wa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0018/5148/89891.pdf

Morales-Torres, A., Perales-Momparler, S., Jefferies, C., Andrés-Doménech, I. (2015). *Report on Stormwater Management*. E²STORMED Project. Disponible en: www.e2stormed.eu.

Morales-Torres, A., Escuder-Bueno, I., Andrés-Doménech, I. and Perales-Momparler, S. (2016). *Decision Support Tool for energy-efficient, sustainable and integrated urban stormwater management*. Environmental Modelling & Software, vol. 84, pp. 518–528. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.07.019>

Naciones Unidas (2016). *Proyecto de documento final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III)*. Asamblea General, Naciones Unidas. Disponible en: <https://www2.habitat3.org/bitcache/907f3c56d3ad27a3daeeb677c660545a00c69d6b?vid=591158&dispositio n=inline&op=view>

Nextcity (2016). *Chicago Uses Sensors to Judge Green Infrastructure*. Disponible en: <https://nextcity.org/daily/entry/chicago-sensors-green-infrastructure-study>

NTJ 01K Parte 2 (2014). *Recomendaciones de proyecto de drenaje: dispositivos de infiltración*. Fundació de la Jardineria i el Paisatge. Normas Tecnológicas de Jardinería y Paisajismo (NTJ). Barcelona.

NTJ 14A (2002). *Especificaciones generales de mantenimiento*. Fundació de l'Enginyeria Agrícola Catalana. Normas Tecnológicas de Jardinería y Paisajismo (NTJ). Barcelona.

NTJ 14L (2001). *Manntiemento de la obra civil: elementos de urbanización*. Fundació de l'Enginyeria Agrícola Catalana. Normas Tecnológicas de Jardinería y Paisajismo (NTJ). Barcelona.

New WAtER Ways (2017) *Case studies & fact sheets*. Disponible en: <http://www.newwaterways.org.au/Resources/Case-studies-fact-sheets/WSUD-case-studies>

ONU-Hábitat (2015). *Directrices Internacionales sobre Planificación Urbana y Territorial*. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. Disponilbe en: <http://unhabitat.org/books/directrices-internacionales-sobre-planificacion-urbana-y-territorial/>

Parcs i Jardins de Barcelona, Institut Municipal (2012). *Plec de prescripcions tècniques per al disseny, l'execució i el manteniment d'obra nova de jardineria*. Medi Ambient i Serveis Urbans - Hàbitat Urbà, Ajuntament de Barcelona. Disponible en: <http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/ca/serveis/la-ciutat-es-transforma/prescripcions-tecniques/documentacio-ambits>

Parcs i Jardins de Barcelona, Institut Municipal (2013). *Manual de Senyalització per als Espais Verds Públics de Barcelona*. Ajuntament de Barcelona. Disponible en: <http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/ca/serveis/la-ciutat-es-transforma/prescripcions-tecniques/documentacio-ambits>

Pardo, F. (2012). *Projecte d'urbanització del P.M.U. per a l'ajust de la localització dels habitatges de l'Avinguda de l'Estatut. Districte Horta-Guinardó*. Redacció a carreg de AuningIntraesa Consultoria & Ingenieria. Promotor: Direcció de projectes d'urbanització i edificació de Barcelona Gestió Urbanística S.A.; Ajuntament de Barcelona.

Pardo, F. (2015). *As-Built de la urbanització del P.M.U. per a l'ajust de la localització dels habitatges de l'Avinguda de l'Estatut. Districte Horta-Guinardó*. Direcció Facultativa i As Built a càrreg de AuningIntraesa Consultoria & Ingenieria. Promotor: Direcció de Serveis de Projectes i Obres de Barcelona Gestió Urbanística S.A.; Ajuntament de Barcelona.

Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A. (2007): *Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification*. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, European Geosciences Union, 2007, 4 (2), pp.439-473. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00298818/document>

Perales-Momparler, S., Soto Fernández, R. (2013). *La integración de la gestión de las escorrentías en el paisaje de Barcelona: actuaciones de regeneración urbana*. 147-154. En: Vallés-Morán, F.J., Andrés-Doménech, I., Escuder-Bueno, I., López-Jiménez, P.A., Marco Segura, J.B. (eds), 2013. III Jornadas de Ingeniería del Agua. La protección contra los riesgos hídricos. Vol 2. (ISBN 978-84-267-2071-9)].

Perales-Momparler, S., Valls-Benavides, G. (2013). *Sistemas de Drenaje Sostenible (SuDS)*. Revista Paisa: Espacio del agua. Año 2013, número 24. Págs. 68-75.

Perales-Momparler, S., Hernández-Crespo, C., Vallés-Morán, F., Martín, M., Andrés-Doménech, I., Andreu Álvarez, J., Jefferies, C. (2014). *SuDS Efficiency during the Start-Up Period under Mediterranean Climatic Conditions*. Clean-Soil Air Water 2014, 42 (2), 178–186. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/clen.201300164>

Perales-Momparler S., Andrés-Doménech I., Andreu J., Escuder-Bueno I. (2015). *A regenerative urban stormwater management methodology: the journey of a Mediterranean city*. Journal of Cleaner Production, 109 (16) 174-189, ISSN 0959-6526. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.039>.

Perales-Momparler S., Andrés-Doménech I., Hernández-Crespo C., Vallés-Morán F., Martín M., Escuder-Bueno I., Andreu J. (2016). *The role of monitoring sustainable drainage systems for promoting transition towards regenerative urban built environments: a case study in the Valencian region, Spain*. Journal of Cleaner Production, available online 1 June 2016, ISSN 0959-6526. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.153>.

Peris-García, P.P., Perales-Momparler, S. (2016). *La apuesta por la infraestructura verde urbana para la gestión de pluviales tiene premio*. CONAMA 2016: La respuesta es verde. Disponible en: <http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/CT%202016/1998973596.pdf>

Philadelphia Water Department (2014). *Green City, Clean Waters: Comprehensive Monitoring Plan*. City of Philadelphia. Disponible en: http://www.phillywatersheds.org/doc/Revised_CMP_1_10_2014_Finalv2.pdf

Philadelphia Water Department (2016a). *Green Stormwater Infrastructure*. Philadelphia Water Website. Disponible en: http://www.phillywatersheds.org/what_were_doing/green_infrastructure

Philadelphia Water Department (2016b). *Green City, Clean Waters*. Philadelphia Water Website. Disponible en: http://phillywatersheds.org/what_were_doing/documents_and_data/cso_long_term_control_plan

Philadelphia Water Department (2016c). *Green Stormwater Infrastructure Programs*. Philadelphia Water Website. Disponible en: http://www.phillywatersheds.org/what_were_doing/green_infrastructure/programs

Philadelphia Water Department (2016d). *Green Stormwater Infrastructure Programs*. Philadelphia Water Web-site. Disponible en: <http://phillywatersheds.org/biggreenmap>

Philadelphia Water Department (2016e). *Green Stormwater Infrastructure Programs*. Philadelphia Water Web-site. Disponible en: http://www.phillywatersheds.org/what_were_doing/green_infrastructure/gsi_monitoring

Prince George's County Portal (2016). *Project Types & Rebate Amounts*. Disponible en: <http://www.princegeorgescountymd.gov/327/Project-Types-Rebate-Amounts>

Puertas Aguado, J., Suárez López, J. y Anta Álvarez, J. (2008). *Gestión de las aguas pluviales: implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano*. Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX). Madrid.

Red Española de Ciudades por el Clima (2015). *Medidas para la mitigación y la adaptación al cambio climático en el planeamiento urbano. Guía Metodológica*. Federación Española de Municipios y provincias (FEMP), con colaboración de la Oficina Española de Cambio Climático del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en: http://oa.upm.es/35571/7/FEMP_Medidas_CCC_Planeamiento_urbano.pdf

Rogers, B.C., Hammer, K., Werbeloff, L., Chesterfield, C. (2015). *Shaping Perth as a Water Sensitive City: Outcomes and perspectives from a participatory process to develop a vision and strategic transition framework*. Melbourne, Australia: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities. Disponible en: https://watersensitivecities.org.au/wp-content/uploads/2016/06/TMR_A4-2_ShapingPerthWSC.pdf

Rubio, F.J. (2008). *Guía de regeneración urbana saludable*. Conselleria de Infraestructuras y transporte. Generalitat Valenciana. ISBN 978-84-482-4564-5.

Rueda, S. (2012). *Libro Verde de Sostenibilidad Urbana y Local en la Era de la Información*. Convenio de colaboración entre el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. Madrid. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-urbano/libro_verde_final_15.01.2013_tcm7-247905.pdf

Russo, B., Suñer, D., Velasco, M. (2013). *Estudio de la peligrosidad por inundaciones en el Raval (Barcelona) mediante modelo 1D-2D*. Pp. 635-642. En: F. J. Vallés-Morán, I. Andrés-Doménech, I. Escuder-Bueno, P. A. López-Jiménez, J. B. Marco Segura (eds), 2013. III Jornadas de Ingeniería del Agua. La protección contra los riesgos hídricos. Vol 2. (ISBN 978-84-267-2071-9).

San Francisco Administrative Code (2014). *Chapter 98: The better streets policy*. Disponible en: [http://library.amlegal.com/nxt/gateway.dll/California/administrative/chapter98thebetterstreetspolicy?f=templates\\$fn=default.htm\\$3.0](http://library.amlegal.com/nxt/gateway.dll/California/administrative/chapter98thebetterstreetspolicy?f=templates$fn=default.htm$3.0)

Scholz, M., Grabowiecki, P. 2007. *Review of permeable pavement systems*. Building and Environment 42 (2007) 3830–3836. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.11.016>

SFGov TV (2013). *SF Green Infrastructure Bike Tour*. Vídeo. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=-ATqL41PXqU>

SFPUC (2017). *San Francisco Public Utilities Commission webpage*. Disponible en: <http://sfwater.org/index.aspx?page=1008>

Soto-Fernández, R. (2013). *Drenaje sostenible en Barcelona*. Presentación Curso de Verano de la Universidad de Cantabria SU.5.1: Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), Suances.

Soto-Fernández, R. (2016). *SUDS a Barcelona*. Presentació Jornada SUDS – Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible. Ajuntament de Barcelona i Diputació de Barcelona.

Sustainable Prosperity (2016). *New Solutions for Sustainable Stormwater Management in Canada*. Disponible en: <http://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/stormwaterreport.pdf>

TDAG (2012). *Trees in the Townscape. A Guide for Decision Makers*. The Trees & Design Action Group, UK. Disponible en: http://www.tdag.org.uk/uploads/4/2/8/0/4280686/tdag_trees-in-the-townscape_november2012.pdf

The Guardian (2016). *Soak it up: China's ambitious plan to solve urban flooding with 'sponge cities'*. Disponible en: <https://www.theguardian.com/public-leaders-network/2016/oct/03/china-government-solve-urban-planning-flooding-sponge-cities>

The San Diego Union-Tribune (2016). *\$4-million settlement will fund stormwater projects and a 'green street' for Watts*. Disponible en: <https://stormwaterone.com/articles/4-million-settlement-will-fund-stormwater-projects-and-green-street-sdut>

The Source (2016). *The role of Chief Resilience Officers in urban water management*. July 2016, 40-45. IWA Publishing. Disponible en: <http://www.thesourcemagazine.org>

Transport for London (2016). *SuDS in London: A Design Guide*. Produced by J & L Gibbons for Transport for London. Disponible en: https://consultations.tfl.gov.uk/policy/suds-guidance/user_uploads/suds-in-london---a-design-guide_full-document.pdf

UACDC (2010). *Low Impact Development: a design manual for urban areas*. University of Arkansas Community Design Center. USA. Disponible en: <http://uacdc.uark.edu/work/low-impact-development-a-design-manual-for-urban-areas>

UK Government (2010). *Flood and Water Management Act 2010*. Disponible en: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2010/29/contents>

UNC Environmental Finance Center (2014). *Methods and Strategies for Financing Green Infrastructure*. Environmental Finance Center at the University of North Carolina. USA. Disponible en: http://www.efc.sog.unc.edu/sites/www.efc.sog.unc.edu/files/Methods%20and%20Strategies%20for%20Financing%20Green%20Infrastructure_0.pdf

UNEP (2014). *Green Infrastructure: guide for water management*. United Nations Environment Programme. Disponible en: <http://www.medspring.eu/sites/default/files/Green-infrastructure-Guide-UNEP.pdf>

UNH Stormwater Center (2013). *Forging the Link: Linking the Economic Benefits of LID and Community Decisions*. University of New Hampshire Stormwater Center. USA. Disponible en: <http://www.unh.edu/unhsc/forging-link-topics>

USDOT (2016). *Ladders of Opportunity Every Place Counts Design Challenge Summary Report*. Department of Transportation. United States of America. Disponible en: https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/CNU.USDOT_Report_FINAL.pdf

USGBC (2016). *LEED v4 for Neighborhood Development Rating System*. U.S. Green Building Council. Disponible en: http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20ND_04.05.16_current.pdf

Valls-Benavides, G. (2016). *Proyecto de ejecución de habilitación de parcela municipal para parque de esparcimiento en Bétera (Valencia)*. Redacción a cargo de Planifica y Green Blue Management. Promotor: Ayuntamiento de Bétera.

Vega, I (2012). *Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible. S.U.D.S. Viabilitat d'aplicació en el territori de Catalunya*. Màster de tecnologia de l'arquitectura. Universitat Politècnica de Catalunya. U.P.C. Disponible en:

http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16593/Isabel_Vega_Ainsa_TFM.pdf?sequence=1&isAllo wed=y

Victorian Stormwater Committee (2006). *Urban Stormwater: Best Practice Environmental Management Guide-lines*. CSIRO Publishing. Australia. Disponible en: <http://www.publish.csiro.au/ebook/3822>

Wade, R., Jefferies, C., Berwick, N. (2015). *Report on Ecosystem Services*. E²STORMED Project. Disponible en: www.e2stormed.eu

WAPC (2006). *State planning policy 2.9: Water resources*. Western Australian Planning Commission. Department for Planning and Infrastructure. Government of Western Australia. Disponible en: https://www.planning.wa.gov.au/dop_pub_pdf/SPP_2_9.pdf

WAPC (2008) *Better urban water management*. Western Australian Planning Commission, Department for Planning and Infrastructure, Government of Western Australia. Disponible en: http://www.planning.wa.gov.au/dop_pub_pdf/better_urban_water_management.pdf

Water Deeply (2016). *The Race to Turn Stormwater From Gray to Green*. Disponible en: <https://www.newsdeeply.com/water/articles/2016/12/08/the-race-to-turn-stormwater-from-gray-to-green>

Weiss, P.T., Gulliver, J.S., Erickson, A.J. (2007). *Cost and Pollutant Removal of Storm-Water Treatment Practices*. Journal of Water Resources Planning and Management, 133, 3, 218-229. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2007\)133:3\(218\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2007)133:3(218))

Woods-Ballard, P., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott, T., Ashley, R. y Kellagher, R. (2015): *The SUDS Manual*, CIRIA. London (UK). Disponible en: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

ANNEX 2: EXTRACTES DE NORMATIVA I ALTRES DOCUMENTS RELLEVANTS

Directrices Internacionales sobre Planificación Urbana y Territorial. ONU-Hábitat (2015).

Disponilbe en: <http://unhabitat.org/books/directrices-internacionales-sobre-planificacion-urbana-y-territorial/>

La siguiente sección contiene el proyecto de directrices sobre planificación urbana y territorial que el Consejo de Administración de ONU-Hábitat examinará para su aprobación.

14. Las autoridades locales, en cooperación con otras esferas de gobierno y con los asociados pertinentes, deberán:

f) Aplicar la planificación urbana y territorial para **identificar, revitalizar, proteger y producir espacios públicos y zonas verdes de calidad** con un valor histórico o ecológico especial, integrando en esos esfuerzos las contribuciones del sector privado y las organizaciones de la sociedad civil, y **evitar** la creación de **islas de calor**, proteger la diversidad biológica local y **apoyar la creación de espacios verdes públicos de carácter multifuncional**, como los humedales **para retener y absorber el agua de lluvia**.

Proyecto de documento final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III). Naciones Unidas (2016).

Disponible en:

<https://www2.habitat3.org/bitcache/907f3c56d3ad27a3daeeb677c660545a00c69d6b?vid=591158&dispositio n=inline&op=view>

Nueva Agenda Urbana

Declaración de Quito sobre Ciudades y Asentamientos Humanos Sostenibles para Todos

1. Nosotros, los **Jefes de Estado y de Gobierno, Ministros y Representantes de Alto Nivel**, nos hemos reunido en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) del 17 al 20 de octubre de 2016 en Quito, con la participación de los gobiernos subnacionales y locales, los parlamentarios, la sociedad civil, las poblaciones indígenas y las comunidades locales, el sector privado, los profesionales y los técnicos, la comunidad científica y académica, y otros interesados pertinentes, para adoptar una Nueva Agenda Urbana.

67. Nos comprometemos a promover la creación y el mantenimiento de redes bien conectadas y distribuidas de **espacios públicos de calidad**, abiertos, seguros, inclusivos, accesibles, **verdes y destinados a fines múltiples**; incrementar la **resiliencia** de las ciudades frente al cambio climático y los desastres, como las **inundaciones**, los riesgos de **sequía** y las **olas de calor**; mejorar la seguridad alimentaria y la nutrición, la salud física y mental y la calidad del aire en los hogares y el ambiente; reducir el ruido y promover ciudades, asentamientos humanos y **paisajes urbanos** que sean **atractivos y habitables**, y dar prioridad a la conservación de especies endémicas.

68. Nos comprometemos a prestar especial atención a las zonas urbanas donde existan deltas fluviales, **costas** y otras áreas especialmente vulnerables desde el punto de vista ambiental, y poner de relieve su importancia como proveedores de los ecosistemas, de importantes recursos para el transporte, la seguridad alimentaria, la

prosperidad económica, los servicios de los ecosistemas y la resiliencia. Nos comprometemos a integrar las medidas necesarias en planes urbanísticos y territoriales sostenibles.

72. Nos comprometemos a aplicar a largo plazo procesos de planificación urbana y territorial y prácticas de desarrollo espacial con **gestión y planificación integradas de los recursos hídricos**, teniendo en cuenta la continuidad entre las zonas urbanas y las rurales a escala local y territorial, y con la participación de las comunidades y los interesados pertinentes.

73. Nos comprometemos a promover la conservación y la utilización sostenible del agua mediante la **rehabilitación de los recursos hídricos en las zonas urbanas**, periurbanas y rurales, la reducción y el tratamiento de las aguas residuales, la reducción al mínimo de las pérdidas de agua, el fomento de la reutilización del agua y el **aumento del almacenamiento de agua, su retención y su recarga**, teniendo en cuenta el ciclo del agua

81. Reconocemos que para **aplicar los compromisos de transformación** establecidos en la Nueva Agenda Urbana harán falta **marcos normativos propicios** en los planos nacional, subnacional y local, integrados por la **planificación participativa** y la **gestión del desarrollo espacial urbano**, y medios eficaces de ejecución, complementados mediante cooperación internacional y actividades de creación de capacidad, por ejemplo el **intercambio** de las mejores prácticas, las políticas y los programas entre los gobiernos a todos los niveles.

86. **Consolidaremos la aplicación efectiva de la Nueva Agenda Urbana en políticas urbanas** inclusivas, aplicables y participativas, según sea necesario, para incorporar el desarrollo urbano y territorial sostenible en las estrategias y los planes de desarrollo integrado, con el apoyo en los planos nacional, subnacional y local, según el caso, de los marcos institucionales y reguladores, velando por que mantengan vínculos adecuados con mecanismos financieros transparentes y responsables

93. **Reconocemos** los principios y las estrategias de ordenación territorial y ordenación urbana que figuran en las **Directrices Internacionales sobre Planificación Urbana y Territorial** adoptadas por el Consejo de Administración de ONU-Hábitat mediante la aprobación de la resolución 25/6 en su 25º período de sesiones, celebrado en abril de 2015.

94. Aplicaremos una planificación integrada que se propondrá conciliar las necesidades a corto plazo con los resultados deseados a largo plazo de una economía competitiva, una calidad de vida elevada y la sostenibilidad del medio ambiente. También nos esforzaremos por hacer flexibles nuestros planes para poder adaptarlos a la evolución de las condiciones socioeconómicas. Aplicaremos estos planes y los evaluaremos de manera sistemática, y nos esforzaremos por aprovechar las innovaciones tecnológicas y generar un mejor entorno de vida.

100. Apoyaremos la instauración de redes bien diseñadas de calles y otros espacios públicos seguros, accesibles, ecológicos, y de calidad que sean accesibles para todos, libres de delincuencia y violencia, y en particular libres de acoso sexual y violencia por razón de género, tengan en cuenta la escala humana y la adopción de medidas que hagan posible una utilización comercial óptima de las plantas bajas de los edificios, fomenten el comercio y los mercados locales tanto formales como informales, así como las iniciativas comunitarias sin fines de lucro, permitan reunir a las personas en los espacios públicos y promuevan la circulación a pie y en bicicleta con el objetivo de mejorar la salud y el bienestar.

101. Integraremos consideraciones y medidas de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos en procesos de planificación y ordenación territorial y urbana en los que se tendrán en cuenta la edad y el género incluidas las emisiones de gases de efecto invernadero, el diseño de servicios e infraestructura, construcciones, edificios y espacios sobre la base de la resiliencia y la eficacia desde el punto de vista climático, y soluciones basadas en la naturaleza. Promoveremos la cooperación y la coordinación entre diferentes sectores y fomentaremos la capacidad de las autoridades locales para elaborar y aplicar planes de respuesta y reducción del riesgo de desastres, como por ejemplo evaluaciones de los riesgos relativos a la ubicación de las instalaciones públicas actuales y futuras, y también su capacidad para formular procedimientos adecuados de contingencia y evacuación.

102. Nos esforzaremos por mejorar la capacidad para la planificación y el diseño urbanos y la prestación de **formación a los planificadores urbanos** a nivel nacional, subnacional y local.

Libro Verde de Sostenibilidad Urbana y Local en la Era de la Información. Rueda (2012).

Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-urbano/libro_verde_final_15.01.2013_tcm7-247905.pdf

I. EL LIBRO VERDE DE SOSTENIBILIDAD URBANA Y LOCAL EN EL ÁMBITO DEL URBANISMO

4.3.1. Plan verde urbano creador de una matriz vegetada potenciadora de la biodiversidad urbana y la del territorio circundante

Es conveniente, también, integrar los espacios de alto valor ecológico, abundantes en agua o con especial riqueza natural en la red de espacios públicos y verdes de la ciudad, de forma que su calidad ambiental se preserve y mejore las condiciones de habitabilidad y calidad ambiental del entorno urbano. La **naturación urbana**, que no debería limitarse a la evidente **mejora del clima urbano** que suponen las calles arboladas o las zonas verdes, cumple por ejemplo, un importante papel en **mitigar los efectos de la isla de calor** o de la **contaminación local**.

Es necesario, además, crear **corredores verdes** que asocien los espacios de naturaleza en la ciudad con los espacios naturales periurbanos y rurales, favoreciendo su uso por la mayor parte de la ciudadanía. La ciudad no puede aislarse de su entorno natural, encerrándose en un anillo de infraestructuras que detrae a su ciudadanía de contacto con la naturaleza próxima y transforma el espacio de transición en un desordenado patio trasero para ubicar los usos que lo urbano no admite.

4.3.2. Urbanización de bajo impacto. Reducir el sellado y la impermeabilización del suelo

La producción de ciudad lleva consigo el sellado y la impermeabilización de buena parte del territorio que se urbaniza. Esto supone restringir de manera drástica la posibilidad de **vida vegetada** y, sin ella, la de multitud de organismos dependientes, aparte de consecuencias que tienen que ver con el **microclima** y el **confort urbano**, la **isla de calor**, el **ciclo hídrico**, la **contaminación atmosférica**, etc.

Por todo ello, parece razonable **desarrollar patrones de urbanización de bajo impacto** tanto en los **nuevos desarrollos** como en **operaciones de reurbanización**, **evitando el sellado masivo y la impermeabilización** de suelos o el empleo de materiales poco saludables en los proyectos de urbanización.

Por otra parte, siguiendo el razonamiento y las pautas legales de otros países como Alemania, que imponen una restauración, en otro lugar, de parte del suelo fértil que se urbaniza, permite desarrollar **superficies vegetadas** en lugares que hasta ahora no han sido fértiles como las **cubiertas** en los edificios. El desarrollo de una segunda superficie verde en altura, combinada con la superficie verde a cota cero y conectadas con árboles de gran porte, enredaderas, etc. permite multiplicar los efectos beneficiosos de la biodiversidad urbana, a la vez que facilita la conexión del verde urbano con el verde periurbano.

Líneas de actuación:

- Establecer en los **planes urbanísticos valores mínimos (no inferiores al 30%) de suelo permeable** (Índice Biótico del Suelo).

VI. EL LIBRO VERDE DE SOSTENIBILIDAD URBANA Y LOCAL EN EL ÁMBITO DEL AGUA

4.5.2. Formas urbanas y sostenibilidad hidrológica: nuevas perspectivas

Para llevar a la práctica de modo generalizado el principio de sostenibilidad equitativa en el uso del agua en los procesos de expansión urbana, y también en los procesos de renovación urbana, es necesario introducir profundos cambios tanto en la ordenación territorial y el urbanismo como en el diseño y la ejecución de la edificación.

Determinados **recursos** cuya explotación es fundamental en el camino de la sostenibilidad son por su propia naturaleza **explotables de modo óptimo en forma descentralizada** (es el caso de las **aguas pluviales** o grises, por no salir del ámbito del agua). Además, es fácil demostrar que el óptimo de eficiencia medioambiental en la prestación de determinados servicios ambientales en régimen sostenible se obtiene mediante tecnologías de **escala local, o incluso individual**, haciendo intervenir la **dimensión vertical** del espacio urbanizado. Es el concepto del urbanismo de los tres niveles, cuyos principios han sido desarrollados en otros apartados del presente Libro Verde.

Como regla general, el campo de tecnologías y de recursos alternativos que pueden ser puestos en juego para el suministro de los diversos servicios varía en función de la escala de gestión, aspecto que es fundamental para el funcionamiento de los sistemas alternativos. En principio cabe contemplar tres escalas de gestión: la unifamiliar, la de bloque o edificio multifamiliar con una comunidad de vecinos con cierta capacidad de gestión, y la escala de urbanización o de promoción.

La búsqueda de la sostenibilidad conduce a ampliar el campo de los posibles recursos a utilizar, superando la visión habitual del agua potable de red general para todos los usos y para todas las aplicaciones. En el plano más general se puede considerar los siguientes recursos:

Aguas pluviales

La **recogida de aguas pluviales** es una **técnica con tradición histórica en toda la región mediterránea**, que ha caído prácticamente en desuso en España. No obstante, en los últimos años la utilización de esta agua está volviendo a despertar un considerable interés incluso en países sin problemas de carencia de agua, como Alemania, debido esencialmente a su calidad. La utilización de aguas pluviales como agua de boca requiere una cultura de gestión de los aljibes que lamentablemente está prácticamente perdida, aunque no es irre recuperable. Los costes de las aguas pluviales se reducen extraordinariamente si los aljibes se instalan durante la fase de la construcción de las edificaciones. Los nuevos desarrollos urbanos planificados desde el urbanismo de los tres niveles (ver ámbito de urbanismo), contemplan el uso de aljibes en cubierta y la conexión, en su caso, al freático.

4.5.3. Riesgos de inundación y ordenación del territorio.

De modo similar a lo que se señalaba para las sequías, las precipitaciones torrenciales son otra característica propia del clima mediterráneo. Por eso las sociedades mediterráneas se han defendido tradicionalmente de las inundaciones evitando ubicar actividades humanas en zonas de alto riesgo, o aceptando conscientemente un determinado nivel de riesgo a cambio de las ventajas de una determinada localización. En épocas más modernas se han multiplicado los eventos catastróficos principalmente a causa de la localización inadecuada de actividades en el territorio, sin tener en cuenta la inundabilidad, o de la realización de intervenciones que han reducido considerablemente el tiempo de concentración aumentando los caudales pico de avenida al tiempo que se ha reducido la capacidad de desagüe de los cauces naturales o de los encauzamientos urbanos históricos.

Los **riesgos de inundación** constituyen un **problema a tratar** fundamentalmente **desde la ordenación** del territorio y desde la disciplina administrativa **en la autorización** de la localización de actividades en el territorio. El empeño de resolver las deficiencias que se van acumulando en estos terrenos a base de medidas hidráulicas, además de alcanzar unos costes en muchos casos desproporcionados, no suele alcanzar la eficacia prevista, entre otras razones porque la propia existencia de las medidas hidráulicas protectoras induce a rebajar la **disciplina en la prevención**. Se entra así en un círculo vicioso, en el que muchas ciudades demandan nuevas obras de protección mientras apuran hasta el límite los riesgos en los nuevos desarrollos urbanísticos, que tendrán que ser objeto de nuevas obras de protección en el futuro.

Por otra parte, en las zonas más densamente pobladas de España, especialmente en el litoral y prelitoral mediterráneo, pueden estar cambiando de modo perceptible los índices de escorrentía debido a la **impermeabilización del suelo** por la urbanización generalizada, mientras que muchos elementos de desagüe natural del terreno son alterados o suprimidos por la misma urbanización.

Para evitar que este proceso acabe generando riesgos de inundación imprevistos, es **fundamental** que en los **procesos de urbanización se exija el mantenimiento de la permeabilidad del suelo**, para asegurar que tras la urbanización se produzca la **misma infiltración de agua de lluvia al subsuelo** que la que se produciría en régimen natural.

Este objetivo se consigue mediante **técnicas de urbanización de bajo impacto** que compensen las zonas impermeabilizadas por la edificación y las infraestructuras **con zonas de infiltración forzada**, a fin de **mantener el equilibrio global del ciclo hidrológico**.

El mantenimiento de la infiltración es fundamental para mantener el **equilibrio de los recursos subterráneos, especialmente en zonas costeras vulnerables a la intrusión marina**. La **posible utilización de recursos subterráneos locales** como recurso alternativo constituye una **razón adicional** para asegurar el mantenimiento de la infiltración.

Asimismo, **la recogida de aguas pluviales contribuye a reducir la escorrentía torrencial** de las ciudades, en la medida en que una fracción sustancial de la precipitación es recogida en los aljibes. Esta técnica no es nueva en el ámbito mediterráneo. **Las medinas árabes tradicionales son auténticas “ciudades esponja”**, en las que todos los tejados vierten a su correspondiente aljibe. De este modo se frenan las escorrentías de las precipitaciones torrenciales, evitando daños en las zonas más bajas de la ciudad.

Este conjunto de medidas no debería aplicarse sin un **estudio adecuado** del impacto sobre la infiltración y la formación de escorrentía sub-superficial, dado que si toda el agua de lluvia se sustrae del ciclo hidrológico, podría incurrirse en el riesgo de reducir los caudales de estiaje de las corrientes superficiales en detrimento de las fuentes que deben proveer el caudal de mantenimiento.

Certificación del urbanismo ecológico. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (2014).

Disponible en:

http://www.bcnecologia.net/sites/default/files/publicaciones/docs/certificacion_del_urbanismo_ecologico.pdf

2.4 Principales objetivos del urbanismo ecológico

05. Habitabilidad del espacio público

- Fomentar **espacios multifuncionales**. El espacio público presenta un mayor grado de complejidad que el espacio privado ya que da cabida a una serie de actividades muy variadas. Unas son indispensables para la vida en la ciudad, como circular o comprar bienes básicos; otras son facultativas, como pasear, detenerse a observar y toda actividad recreativa en general, más numerosa cuanto mayor sea la calidad, la habitabilidad y la identificación cultural del ciudadano con un espacio.

07. Espacios verdes y biodiversidad

- Establecer una **matriz verde** que conecte el verde periurbano con las masas vegetadas internas, a través de corredores verdes urbanos.

- **Compensar el sellado e impermeabilización del suelo** derivados de los procesos de urbanización mediante la disposición de **suelos permeables**.

- Ordenar el verde urbano de tal manera que propicie la atracción de avifauna, que haga la **traza urbana más permeable a los elementos naturales** y que ofrezca espacios verdes de relación y de recreo a la población residente. Los espacios verdes y la reserva de suelo para huertos urbanos constituyen espacios para generar comunidad entre los habitantes del barrio o unidad territorial.

08. Autosuficiencia energética

- **Reducir la dependencia energética** derivada del consumo en el espacio construido y el espacio público mediante el fomento del ahorro y la eficiencia energética; el ahorro implica renunciar a la utilización de recursos energéticos que no sean estrictamente necesarios para cubrir unas determinadas funciones básicas y adquirir unos niveles estándares de confort. La eficiencia, implica **maximizar la prestación de un servicio** (calefacción, refrigeración o iluminación) **con el mínimo consumo posible**.

09. Autosuficiencia hídrica

- Incrementar la eficiencia en el consumo de los recursos hídricos y mejorar su calidad. La eficiencia está sujeta básicamente a dos grandes aspectos: el primero, a la optimización de la demanda de agua de los usos urbanos a partir de la aplicación de medidas de ahorro, y el segundo, a la sustitución de parte de la demanda total por agua no potable procedente del ámbito urbano: **aprovechamiento de las aguas pluviales, grises y subterráneas**.

- Lograr el mayor grado posible de autosuficiencia en el suministro de agua urbano mediante la minimización de la demanda hídrica al mínimo indispensable para satisfacer las necesidades básicas, el reciclaje de las aguas servidas y el **aprovechamiento de las fuentes urbanas no convencionales**.

11. Adaptación y mitigación del cambio climático

- Reducir las emisiones de agentes contaminantes a la atmósfera, principalmente las emisiones de CO₂. Una ciudad es neutra en emisiones de CO₂ cuando la energía que utiliza se produce o compensa con sistemas renovables, ofreciendo un balance final de cero emisiones de GEI.

- Conseguir que los flujos metabólicos, en buena medida, dependan de los recursos locales. Alcanzar un mayor grado de independencia energética y un descenso de la vulnerabilidad de los sistemas a partir de la captación y producción de energías renovables y del **aprovechamiento de aguas marginales y prepotables**, escala local.

15. Gestión y gobernanza

- Promover campañas de ahorro y fomento de la sostenibilidad, donde **la comunidad aprenda estrategias conjuntas** para reducir su consumo de recursos y su producción de residuos. Las campañas no se entienden únicamente como publicidad individualizada, sino que además de otras estrategias de difusión, tienen una componente de participación muy importante, que implica, por ejemplo, a escuelas y asociaciones.

- Fomentar la **participación de los habitantes en la discusión de los proyectos** y en la organización cooperativa que se proponga para agruparlos. En general, la colaboración estrecha entre administraciones y ciudadanos, el fomento de la participación a partir de compartir objetivos comunes relacionados con la sostenibilidad, se ha convertido en sociedades maduras en un motor para el cambio social y en un factor de cohesión y complejidad en la organización de la población.

- Promover **agencias gestoras** como instrumento específico para la organización de las actuaciones urbanísticas, desde su concepción hasta su gestión una vez sean ocupadas: gestión de los recursos y los servicios implicados.

2.6 Ámbitos temáticos, criterios y medidas del urbanismo ecológico

2.6.6 Espacios verdes y biodiversidad

- Estructura de la red verde

Se compensará el sellado y la impermeabilización del suelo, derivado del proceso de urbanización, mediante la **reserva de suelo permeable**. Así, se promueven patrones urbanísticos de bajo impacto con la disposición de **suelos que potencien la vida vegetada, regulen el ciclo hidrológico y mejoren las condiciones de confort ambiental**.

El verde se proyectará no sólo en superficie sino también en altura, teniendo en consideración la reserva de espacios para **cubiertas verdes** y para **paredes vegetadas**. Los beneficios se traducirán en un mejor aislamiento térmico y acústico de las edificaciones, en la mitigación de calor producido por la actividad humana (isla de calor), en la mitigación del cambio climático por su capacidad de retención de CO₂ o en un incremento de la fauna vinculada a la vegetación.

2.6.7 Metabolismo urbano

- Gestión de la energía

La **eficiencia energética** busca la aproximación a la autosuficiencia a partir de la generación de energías renovables y la adopción de medidas de ahorro y eficiencia para los principales sectores consumidores: doméstico, servicios y equipamientos, movilidad, sector primario y los **relacionados con los flujos másicos (gestión del agua y los residuos)**.

Los **proyectos de ordenación deben incorporar** todos aquellos **sistemas pasivos y activos** que acerquen el nuevo urbanismo a la **autosuficiencia energética**.

- Gestión del agua

La eficiencia en el ciclo del agua está sujeta básicamente a dos grandes aspectos: el primero, la optimización de la demanda de agua doméstica, comercial y pública y el segundo, a la sustitución de parte de la demanda por agua no potable procedente del ámbito urbano, mediante el aprovechamiento de aguas pluviales, grises, subterráneas y otras posibles fuentes vinculadas al entorno urbano.

Las ciudades no sólo representan una parte importante de la demanda de agua para fines sociales y económicos, sino que constituyen una de las interfases más contaminantes en los usos del agua. La autosuficiencia de suministro urbano constituye un objetivo de alta prioridad en la gestión del ciclo hidrológico, tanto por la significación en el balance general del agua como por la aportación a la reducción de la contaminación ambiental.

El nuevo urbanismo ecológico busca la optimización de los consumos de agua sobre la base de una nueva cultura del agua, que haga posible, además, mediante criterios adecuados de gestión y aplicación de tecnología punta, la **regeneración y reciclaje de las aguas marginales urbanas**, de tal manera que se disminuya la presión sobre las fuentes naturales en el mayor grado posible, **con demandas energéticas mínimas y contaminación cero de los cuerpos receptores de las aguas depuradas**.

Para la optimización de las aguas marginales se contempla la creación de **sistemas separativos de evacuación, captación de aguas pluviales y tratamiento in situ y/o centralizado de bajo consumo energético**. La regeneración de aguas marginales representa la proporción de la demanda urbana que sustituye el suministro urbano de agua no potable. Las aguas regeneradas pueden ser utilizadas en el ámbito doméstico, público, comercial o extraurbano (WC, limpieza, riego de parques y jardines).

Los **nuevos proyectos urbanísticos incorporarán las infraestructuras** necesarias para la **gestión de las aguas marginales urbanas** sujetas de regeneración: aguas grises domésticas, aguas **pluviales** colectadas en las **cubiertas** de los edificios y aguas pluviales procedentes del espacio público de aquellas **calles interiores de supermanzana** (calles de uso restringido al vehículo de paso).

Se excluyen del proceso de **regeneración y reciclaje** las aguas negras domésticas, **el pluvial colectado en calles no interiores de supermanzana y las aguas procedentes de la limpieza viaria** por su toxicidad y elevado coste energético asociado a su tratamiento.

Para la optimización de las aguas no potables y la obtención de un alto grado de autosuficiencia se requiere la recuperación y el aprovechamiento sostenible de los recursos subterráneos para el abastecimiento. **Recarga a partir del reciclaje de las aguas marginales (pluviales y grises)**.

También **se tendrá en cuenta las escorrentías y la protección del área de actuación ante el riesgo de inundación**. Según el artículo 11 del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, el planeamiento y ejecución de los sectores urbanizables debe permitir alcanzar unos niveles adecuados de protección frente al riesgo de inundación. Se diferenciará la zona fluvial, (la parte de la zona inundable que incluye el cauce del río y sus riberas) delimitada de acuerdo con la avenida para el periodo de retorno de 10 años, la zona de sistema hídrico, es decir, la parte de la zona inundable que el instrumento de planificación hidrológica correspondiente delimita de acuerdo con la avenida para el periodo de retorno de 100 años y la zona inundable por periodos extraordinarios, a partir de la avenida de periodo de retorno de 500 años.

Siempre que las condiciones físicas del entorno lo permitan, **se considerará la posibilidad de crear un sistema de lagunas artificiales para su función reguladora de escorrentías** y aguas regeneradas, suministro de agua para el regadío y hábitat ecológico de gran valor.

4. Indicadores y condicionantes para desarrollar sistemas de auditoría, acreditaciones y certificaciones de la sostenibilidad y calidad del medio urbano

En este apartado se ofrecen, en forma de fichas individuales, todos los indicadores que forman parte del sistema de certificación en cuanto a la consecución de la habitabilidad urbana y de la eficiencia del sistema urbano.

Los indicadores se agrupan en dos grandes bloques: los indicadores de referencia en el caso de actuaciones de planeamiento de desarrollo y los indicadores a aplicar en el caso de un proceso de certificación de tejidos urbanos existentes. Cada bloque es independiente del otro, ya que responde a situaciones distintas: nueva actuación y diagnóstico de tejido existente. Sin embargo, como no puede ser de otro modo, los criterios de sostenibilidad empleados para definir los indicadores son los mismos, y los ámbitos de evaluación también lo son.

<p>OBJETIVO</p> <p>ESPACIOS VERDES Y BIODIVERSIDAD</p> <p>MTU 01</p> <p>MTU 01.01</p> <p>Objetivo</p> <p>Incrementar una segunda superficie de verde en altura, combinada con la superficie verde a cito cero y conectada con el arbolado de gran porte, empedreros, etc., para potenciar la biodiversidad urbana y la conexión del verde urbano con el verde periurbano. Las cubiertas verdes reportan una mejora del aislamiento térmico y acústico de la edificación, reducen el calor producido por la actividad humana (lámparas, calefacción, etc.), el ruido, el cambio climático por su capacidad de retención de CO₂, y se incrementa la fauna asociada a la vegetación.</p> <p>Definición del indicador</p> <p>Porcentaje de superficie de cubierta verde en relación al total de cubierta edificada y aprovechable del ámbito de estudio.</p> <p>Descripción</p> <p>Las cubiertas verdes, también llamadas cubiertas ecológicas, son un tipo de sistema constructivo que añade un estrato vegetal en los edificios urbanos. Estas, compuestas por un sustrato mantenido y bajos requerimientos hídricos.</p> <p>Se diferencian tres tipologías de cubiertas verdes: las extensivas, las intensivas y las semintensivas en función del grueso del sustrato vegetal y del sistema constructivo. La estructura constructiva de tipo de especies que se pueden utilizar desde especies vegetales de pequeño tamaño como son las del género Sedum (sedas) y suculentas, las plantas perennes aromáticas y las cubiertas extensivas, a las especies anuales que requieren riego las cubiertas semintensivas y a especies de mayor tamaño como son árboles y arbustos de hoja. (Dpto. de Urbanismo de la Generalitat de Catalunya).</p> <p>Repercusiones significativas sobre los objetivos del urbanismo ecológico</p> <p>Calidad del espacio público</p> <p>Las cubiertas verdes contribuyen a la mitigación del fenómeno de isla de calor al ser permeables al agua y al permitir la evaporación y la transpiración de las plantas.</p> <p>Especies verdes y biodiversidad</p> <p>El verde en altura ofrece nuevos espacios para potenciar la biodiversidad y la biodiversidad a nivel urbano. Las cubiertas verdes protegen los conectores que en una red de habitats conectados facilitan el movimiento y la dispersión de la fauna en la ciudad.</p> <p>Autosuficiencia energética</p> <p>Una cubierta vegetal en la cubierta de los edificios mejora el aislamiento térmico y acústico a nivel de vivienda, esto supone un ahorro energético tanto por calefacción como por refrigeración.</p> <p>Autosuficiencia hídrica</p> <p>Las cubiertas y zonas verdes no destinadas a la producción de alimentos pueden ser utilizadas en la depuración de las aguas grises provenientes de las viviendas, cerrando así el ciclo urbano.</p> <p>Autosuficiencia de las materias</p> <p>La presencia de cubiertas verdes supone un aumento de la superficie potencial de aplicación del compost generado en el subsector de los residuos orgánicos, al ser capaces de absorber los nutrientes.</p> <p>Adaptación y mitigación del cambio climático</p> <p>Las superficies con cubierta vegetal ayudan a mitigar las emisiones de CO₂ al fijar este gas mediante el proceso fotosintético.</p>	<p>MTU 02</p> <p>MTU 02.01</p> <p>Objetivo</p> <p>Potenciar el uso de recursos hídricos locales, mediante sistemas de captación y regeneración o regeneración.</p> <p>Definición del indicador</p> <p>Porcentaje de satisfacción de (1) la demanda de agua no potable y (2) total, a partir de fuentes no externas.</p> <p>Descripción</p> <p>El indicador de suficiencia representa la parte del suministro de agua en el ámbito de actuación que no procede de fuentes externas (aguas aprovechables marginales y procedentes) y puede suponerse en valores absolutos (litros o metros cúbicos).</p> <p>Repercusiones significativas sobre los objetivos del urbanismo ecológico</p> <p>Presencialidad</p> <p>La demanda de agua mantiene una estrecha relación con la tipología de vivienda y a su vez con el modelo edificatorio y socioeconómico de la ciudad. Una ciudad compacta, de manera general, verá mejorado dicho indicador, mientras que una ciudad dispersa verá empeorado este debido a mayores demandas relacionadas con las tipologías edificatorias presentes y otros requerimientos destacables. Unas demandas caracterizadas por los tipologías de vivienda local, de agricultura periurbana extensiva, de comercio y de la propia demanda para usos públicos.</p> <p>Especies verdes y biodiversidad</p> <p>Una menor explotación de las masas de agua permite aliviar las presiones e impactos que sobre ellas ejercen actividades ligadas a usos habituales.</p> <p>Autosuficiencia hídrica</p> <p>Se trata de promover un aumento en el uso de nuevas fuentes de agua en la vivienda (aguas grises, aguas pluviales, etc.).</p> <p>Adaptación y mitigación del cambio climático</p> <p>La disminución de la demanda de agua potable comporta a su vez un menor consumo económico y energético asociado a las infraestructuras del agua. Potenciación y sistemas de bombeo y distribución disminuyen el trabajo.</p> <p>Esta disminución también comporta una menor dependencia de los recursos hídricos que pueden quedar amenazados teniendo en cuenta las expectativas proyectadas por el IPCC.</p>
---	---

<p>Aguas grises: aguas procedentes de la higiene personal y que la clarificación por coagulación y filtración les permite tener una calidad suficiente para ser reutilizadas.</p> <p>Aguas pluviales: aguas grises presentan un alto potencial de aprovechamiento. Su consumo puede reducirse hasta un 30%.</p>										
<p>Aguas pluviales: En todos los sectores hídricos se atienden en la atmósfera y captación de la lluvia. Entre los recursos atmosféricos, se encuentra la lluvia, la nieve, el rocío, etc.</p>										
<p>Aguas pluviales: Lluvia captada por una superficie y canalizada a un depósito para almacenar y utilizar en el momento oportuno.</p>										
<p>Parámetro de evaluación</p> <table><tr><th>OBJETIVO</th><th>CIUDAD EXISTENTE</th><th>EXTENSIÓN DE LA CIUDAD</th></tr><tr><td>OBJETIVO</td><td>CIUDAD EXISTENTE</td><td>EXTENSIÓN DE LA CIUDAD</td></tr><tr><td>OBJETIVO</td><td>CIUDAD EXISTENTE</td><td>EXTENSIÓN DE LA CIUDAD</td></tr></table> <p>La superficie de cubierta verde en relación al total de cubierta edificada y aprovechable de la actuación urbanística.</p> <p>Justificación de la medida</p> <p>El valor del objetivo para la vivienda queda fijado según un estudio que permite generalizar el consumo promedio estándar por tipología de vivienda y obtener la demanda potencial a satisfacer con fuentes de agua no potable.</p> <p>El estudio de los valores de Consumo de Agua Urbano optimizado, se basa en dos investigaciones, una respecto a los consumos reales de 92 municipios de la Región Metropolitana de Barcelona con poblaciones de entre 5 mil y 250 mil habitantes y otra sobre 1.644 viviendas en hogares de distinta tipología urbanística.</p> <p>A fin de cuantificar el consumo total se obtuvo un umbral de consumo en condiciones no climatizadas mediante el consumo promedio estándar, y posteriormente se aplicaron valores de ahorro a estos resultados para alcanzar el consumo optimizado. Se tomaron como valores de ahorro: 30% para grifos y 30% para lavabos.</p> <p>Para la obtención de los consumos por cuantificables (potable y no potable) se identificaron todos los suministros que podían quedar servidos con aguas no potables, diferenciándose de la demanda total. Los suministros que en ciudades reales se pueden instalar todos los elementos infraestructurales necesarios para el uso óptimo de las aguas no potables y, se adaptó como demanda mínima de agua no potable, residual + riego de jardines privados + total uso público + 50% comercial.</p> <p>El objetivo mínimo y deseable (suficiencia de agua no potable) responde a la voluntad de satisfacer la demanda potencial de agua no potable, estimada en 10 lpd para vivienda plurifamiliar (básicamente residual), 27 lpd para vivienda plurifamiliar semi-intensiva (incluye jardín y zona comunitaria), 57 lpd para vivienda unifamiliar (mayor consumo de agua para usos outdoor o fuera de la vivienda) y 14 lpd para usos públicos (limpieza, riego, etc.). y 4 lpd para uso comercial (en edificios plurifamiliares intensivos).</p> <p>Consumo: 10 lpd y 27 lpd y 57 lpd y 14 lpd. Fuente: Dpto. de Urbanismo de la Generalitat de Catalunya.</p>		OBJETIVO	CIUDAD EXISTENTE	EXTENSIÓN DE LA CIUDAD	OBJETIVO	CIUDAD EXISTENTE	EXTENSIÓN DE LA CIUDAD	OBJETIVO	CIUDAD EXISTENTE	EXTENSIÓN DE LA CIUDAD
OBJETIVO	CIUDAD EXISTENTE	EXTENSIÓN DE LA CIUDAD								
OBJETIVO	CIUDAD EXISTENTE	EXTENSIÓN DE LA CIUDAD								
OBJETIVO	CIUDAD EXISTENTE	EXTENSIÓN DE LA CIUDAD								

Real Decreto 1290/2012, de 7 de septiembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, y el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2012/09/20/pdfs/BOE-A-2012-11779.pdf>

Artículo primero. Modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, aprobado por el Real Decreto 849/1986.

El Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril queda modificado como sigue: Treinta y ocho. Se añade una Sección 4.ª bis al capítulo II del Título III con la siguiente redacción:

«Sección 4.ª bis. Desbordamientos de sistemas de saneamiento en episodios de lluvia

Artículo 259 ter. Desbordamientos de sistemas de saneamiento en episodios de lluvia.

1. En las autorizaciones de vertido de sistemas de saneamiento de zonas urbanas, se tendrán en cuenta los siguientes criterios en relación a desbordamientos en episodios de lluvia:

a) Los proyectos de nuevos desarrollos urbanos deberán justificar la conveniencia de establecer redes de saneamiento separativas o unitarias para aguas residuales y de escorrentía, así como plantear medidas que limiten la aportación de aguas de lluvia a los colectores.

b) En las redes de colectores de aguas residuales urbanas no se admitirá la incorporación de aguas de escorrentía procedentes de zonas exteriores a la aglomeración urbana o de otro tipo de aguas que no sean las propias para las que fueron diseñados, salvo en casos debidamente justificados.

c) En tiempo seco no se admitirán vertidos por los aliviaderos.

d) Los aliviaderos del sistema colector de saneamiento y los de entrada a la depuradora deberán dotarse de los elementos, pertinentes en función de su ubicación, antigüedad y el tamaño del área drenada para reducir la evacuación al medio receptor de, al menos, sólidos gruesos y flotantes. Estos elementos no deben reducir la capacidad hidráulica de desagüe de los aliviaderos, tanto en su funcionamiento habitual como en caso de fallo

e) Con el fin de reducir convenientemente la contaminación generada en episodios de lluvia, los titulares de vertidos de aguas residuales urbanas tendrán la obligación de poner en servicio las obras e instalaciones que permitan retener y evacuar adecuadamente hacia la estación depuradora de aguas residuales urbanas las primeras aguas de escorrentía de la red de saneamiento con elevadas concentraciones de contaminantes producidas en dichos episodios.

2. En las autorizaciones de vertido de sistemas de saneamiento de aguas residuales de zonas industriales, se tendrán en cuenta los siguientes criterios en relación a los desbordamientos en episodios de lluvia:

a) Los proyectos de nuevos desarrollos industriales deberán establecer, preferentemente, redes de saneamiento separativas, e incorporar un tratamiento de las aguas de escorrentía, independiente del tratamiento de aguas residuales.

b) En las redes de colectores de aguas residuales de zonas industriales no se admitirá la incorporación de aguas de escorrentía procedentes de zonas exteriores a la implantación de la actividad industrial o de otro tipo de aguas que no sean las propias para las que fueron diseñados, salvo en casos debidamente justificados.

c) No se permitirán aliviaderos en las líneas de recogida y depuración de:

1.ª Aguas con sustancias peligrosas.

2.ª Aguas de proceso industrial.

3. El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en aras del cumplimiento de los objetivos medioambientales del medio receptor, dictará las normas técnicas en las que se especifiquen y desarrollen los procedimientos de diseño de las obras e instalaciones para la gestión de las aguas de escorrentía sin perjuicio de que las comunidades autónomas con competencia sobre cuencas intracomunitarias puedan dictar normas adicionales que garanticen el cumplimiento de dichos objetivos, y teniendo en cuenta los dispuesto en este artículo. Dichas normas se utilizarán en el establecimiento de las condiciones de las autorizaciones de vertido.

4. El deterioro temporal del estado de las masas de agua consecuencia de los desbordamientos de los sistemas de saneamiento en episodios de lluvia, no constituirá infracción de las disposiciones del presente real decreto si se debe a causas naturales o de fuerza mayor o al resultado de circunstancias derivadas de accidentes, que sean excepcionales o que no hayan podido preverse razonablemente, teniendo en cuenta los criterios establecidos en las normas técnicas a las que se hace referencia en el apartado 3. En tales casos el titular de la autorización informará inmediatamente al Organismo de cuenca, especificando las causas, potenciales daños y medidas adoptadas para minimizar los efectos.»

Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.

Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2016/12/29/pdfs/BOE-A-2016-12466.pdf>

Artículo primero. Modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, aprobado por el Real Decreto 849/1986.

El Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, queda modificado en los siguientes términos:

Trece. Se añade un artículo 126 ter en la sección 5.ª del capítulo III del título II con la siguiente redacción:

Artículo 126 ter. Criterios de diseño y conservación para obras de protección, modificaciones en los cauces y obras de paso.

Además del cumplimiento de los requisitos previstos en los dos artículos anteriores con carácter general, se establecen los siguientes criterios para el diseño de las actuaciones en dominio público hidráulico:

7. Las nuevas urbanizaciones, polígonos industriales y desarrollos urbanísticos en general, deberán introducir sistemas de drenaje sostenible, tales como superficies y acabados permeables, de forma que el eventual incremento del riesgo de inundación se mitigue. A tal efecto, el expediente del desarrollo urbanístico deberá incluir un estudio hidrológico-hidráulico que lo justifique.

Diecinueve. Se modifica el artículo 254 y se añaden dos nuevos artículos 254 bis y 254 ter, con la siguiente redacción:

Artículo 254. Censos de Vertidos Autorizados.

1. Con objeto de dar cumplimiento a lo previsto en el artículo 15 del TRLA los organismos de cuenca llevarán un Censo de Vertidos Autorizados.

Esta información deberá permitir cumplir con lo dispuesto en la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.

Veintidós. Se modifica el artículo 289.1, queda redactado como sigue:

«1. Los vertidos al dominio público hidráulico estarán gravados con una tasa destinada al estudio, control, protección y mejora del medio receptor de cada cuenca hidrográfica, que se denominará canon de control de vertidos, de acuerdo con lo preceptuado en el artículo 113.1 del TRLA.

Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/normativaphcantabricoorientalanexoird1_2016_tcm7-409213.pdf

Artículo 44. Drenaje en las nuevas áreas a urbanizar y de las vías de comunicación

- 1. Las nuevas urbanizaciones, polígonos industriales y desarrollos urbanísticos que puedan producir alteraciones en el drenaje de la cuenca o cuencas interceptadas **deberán** introducir **sistemas de drenaje sostenible** (uso de pavimentos permeables, tanques o dispositivos de tormenta, etc.) que garanticen que el eventual aumento de escorrentía respecto del valor correspondiente a la **situación preexistente** puede ser compensado o es irrelevante.*
- 2. Cuando se estime necesario, dadas las características de la cuenca, podrá exigirse la realización de un estudio hidrológico-hidráulico que justifique que el eventual aumento de la escorrentía producido por la impermeabilización-urbanización de una superficie, no resulta significativo. Este estudio será exigible, en cualquier caso, cuando la superficie de la nueva actuación suponga al menos el 25% de la superficie total de la cuenca.*
- 3. Con carácter general, en los drenajes transversales de vías de comunicación no se pueden añadir a una vaguada áreas vertientes superiores en más de un 10% a la superficie de la cuenca propia. En caso de incumplir dicha condición, deberá aumentarse la capacidad de desagüe del cauce de la vaguada receptora de modo que con la avenida de 500 años de periodo de retorno no se produzcan sobreelevaciones con respecto a la situación inicial.*

Artículo 54. Autorizaciones de vertido al dominio público hidráulico

- 1. El peticionario debe justificar, en la solicitud de autorización de vertido, que las concentraciones de las sustancias contaminantes del vertido son las asociadas a las mejores técnicas disponibles (MTD) correspondientes a la actividad generadora del vertido. [...]*
- 7. Las aguas de **escorrentía pluvial** que se recojan mediante infraestructuras de drenaje **urbano o industrial** y sean susceptibles de contaminar el dominio público hidráulico, son aguas residuales que deberán someterse al procedimiento de **autorización de vertido** ante la Administración Hidráulica. En ella se tendrán en cuenta las **medidas preventivas** de reducción **en origen** del volumen de aguas recogidas y, en consecuencia, de la carga contaminante que se vierte al medio receptor.*

Artículo 63. Autorizaciones de vertido al dominio público marítimo-terrestre

- 4. Las aguas de **escorrentía pluvial** procedentes de industrias y zonas **industriales** que se recojan mediante infraestructuras de drenaje urbano o industrial y sean susceptibles de contaminar el medio receptor, así como las purgas de agua de refrigeración en circuito cerrado, tendrán la consideración de aguas residuales industriales y deberán someterse al procedimiento de **autorización de vertido** ante la Administración Hidráulica. En ella se tendrán en cuenta las **medidas preventivas** de reducción **en origen** del volumen de aguas recogidas y, en consecuencia, de la carga contaminante que se vierte al medio receptor.*

Plan de gestión del distrito de cuenca fluvial de Cataluña (2016-2021)

Finalizado el periodo de información pública. Plan pendiente de tramitación.

Disponible en: http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?_nfpb=true&_pageLabel=P46600176421381934582085&profileLocale=es

La planificación hidrológica del distrito de cuenca fluvial de Cataluña, correspondiente al segundo ciclo (2016-2021) está integrada por el Plan de gestión del distrito de cuenca fluvial de Cataluña (2016-2021) y su Programa de medidas. El Programa de medidas se acompaña de un Plan económico-financiero y del estudio ambiental estratégico.

DECRETO 1/2017, de 3 de enero, por el que se aprueba el Plan de gestión del distrito de cuenca fluvial de Cataluña para el período 2016–2021.

Disponible en: https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/Normativa/Decret_PG2ncicle_es.pdf

Artículo 75. **Drenaje** en la planificación de **nuevos desarrollos urbanísticos** y de **infraestructuras lineales**

Los instrumentos de planeamiento urbanístico, de ordenación del territorio y de planificación sectorial que prevean la ejecución de nuevos desarrollos urbanísticos o polígonos industriales o de infraestructuras lineales que puedan producir alteraciones en el drenaje y escorrentía de la cuenca o cuencas interceptadas y en el régimen hidrológico de los cauces o masas de agua subterráneas finalmente receptores, **deben** introducir medidas correctoras y/o compensatorias que garanticen la **menor alteración posible** con respecto a la situación **preexistente** como pueden ser, entre otras, la utilización de **pavimentos porosos permeables**, la ejecución de **zanjas o balsas de retención**.

Documents del Pla de gestió del risc d'inundació del districte de conca fluvial de Catalunya (DCFC)

http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?_nfpb=true&_pageLabel=P56000190121452759867751

Proposta del Pla de gestió del risc d'inundació del districte de conca fluvial de Catalunya

http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/Pla_risc_inundacio/1cicle/PGRI/pgri/ca/01_pgri_proposta_pla_gestio.pdf

... d'acord amb el que disposa la guia de la Unió Europea en relació a com s'han de reportar les mesures previstes, s'ha realitzat una classificació de les mesures en funció de la fase de gestió del risc a la qual es correspon i de l'aspecte principal de la gestió del risc sobre el qual incideixen. En aquest sentit, per a cada fase es defineixen diversos tipus de mesures [...]:

Fases	Tipologia	Descripció
Protecció	Gestió de les inundacions urbanes/ Drenatge urbà	Mesures que impliquin intervencions físiques de reducció de les inundacions d'aigües residuals, comuns a entorns urbans, p.e. amb la millora del drenatge artificial o mitjançant sistemes de drenatge urbà sostenibles (SDUS)

Pàgina 67

Un dels indicadors de resultats de la mesura 140401: *Nombre de municipis en Àrees amb Risk Potencial Sinifcatiu d'Inundaciones (ARPSI) que disposen de SUDS.*

Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat

Generalitat de Catalunya
Departament d'Interior

Proposta del Pla de gestió del risc d'inundació del districte de conca fluvial de Catalunya

CARACTERÍSTIQUES DE LA MESURA DE PROTECCIÓ ES100.14.04.01

Títol

Mesures que impliquen intervencions materials per reduir les inundacions per aigües superficials, en general, en un entorn urbà, com la millora de la capacitat de drenatge artificial o sistemes de drenatge sostenible (SuDS) a Catalunya

Objectiu

Incrementar la capacitat del sistema per millorar la infiltració en zones alterades urbanísticament establint un marc comú que orienti el disseny i manteniment de sistemes de drenatge urbà sostenibles i eficaços, orientats a la millora de la infiltració de les zones alterades urbanísticament i a la millora de la capacitat de laminació de la conca.

Síntesis

Creació d'un marc d'oportunitat per a la posada en marxa d'aquest tipus d'actuacions, mitjançant l'adaptació de la normativa existent i l'elaboració de publicacions de bones pràctiques tècniques en la implementació i manteniment de sistemes de drenatge urbà.

Els nous desenvolupaments urbanístics, de polígons industrials i d'infraestructures lineals que puguin produir alteracions en el drenatge i escorrentia de la conca o conques interceptades i en el règim hidrològic de les lleres o masses d'aigua subterrànies finalment receptores, hauran d'introduir mesures correctores i/o compensatòries (paviments porosos permeables, rases i basses de retenció, etc.) que garanteixin la menor alteració possible respecte a la situació preexistent.

En aquest sentit en les informes urbanístics i de planejament s'anirà incloent la necessitat de tenir en compte aquests aspectes, d'acord al Manual nacional de recomanacions para el diseño de tanques de tormenta editat pel MAGRAMA atès que una de les funcions d'aquests és la de reduir la incidència de les inundacions per precipitacions "in situ" en zones urbanes i la Guia Tècnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano publicada pel CEDEX.

De forma específica, d'acord amb els ajuntaments i altres ens locals, i en coordinació amb el que preveu el PGDCFC sobre la matèria, es procedirà a treballar per a la implantació progressiva de SuDS en les zones urbanes considerades com prioritàries.

Observacions

La competència essencial en aquest àmbit d'actuació correspon als Ajuntaments i altres ens locals supramunicipals. No obstant això, els acords de col·laboració entre totes les administracions seran essencials per al desenvolupament d'aquestes mesures conforme al principi coordinació que ha de regir l'elaboració dels plans de gestió del risc d'inundació.

Pel que fa a gestió de clauverams seran de gran importància les experiències dutes a terme per entitats locals supramunicipals com ara Clavegueram de Barcelona SA (CLABSA), ara Barcelona Cicle de l'Aigua SA, i Drenatges Urbans del Besòs SL, empresa del Consorci per a la Defensa de la Conca del riu Besòs i altres gestors de sistemes de sanejament de grans aglomeracions urbanes.

DADES COMPLEMENTÀRIES

ARPSI

Conques de les rieres de Costa Brava nord
Conca de la Muga i de la Muguera
Conca del Fluvià
Conca del Ter-Daró
Conques de les rieres de Costa Brava sud
Conca de la Tordera
Conques de les rieres del Maresme i Metropolitanes
Conca del Besòs
Conca del Llobregat
Conca del Garraf
Conca del Foix
Conques de les rieres de Tarragona nord i centre
Conca del Gaià
Conca del Francolí
Conques de les rieres Meridionals i del Montsià
Conques intercomunitàries de Catalunya

Mesures relacionades

PGDCFC02011
PGDCFC06001
PGDCFC06002
PGDCFC06003
PGDCFC06004
PGDCFC06005
PGDCFC06006
PGDCFC06007
PGDCFC06008
PGRO130301

Responsables

Agència Catalana de l'Aigua (ACA)
Ajuntaments
Direcció General d'Ordenació del Territori i Urbanisme (DGOTU)
Promotors

☐ Necessitat de manteniment

☐ Necessitat d'estudis previs

Període

2016 - 2021

Cost estimat

2.200.000,00 €

Subtipus de mesura

Gestió de les inundacions urbanes/ Drenatge urbà

Annex 2: Fitxes de les mesures

30

Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat

Generalitat de Catalunya
Departament d'Interior

Proposta del Pla de gestió del risc d'inundació del districte de conca fluvial de Catalunya

CARACTERÍSTIQUES DE LA MESURA ES100.17.01.01

Títol

Mesures per al foment de l'estratègia de recerca i innovació per a l'especialització intel·ligent relatives a la gestió del risc d'inundació

Objectiu

Articular el desenvolupament i exercir la tasca de planificació, foment i coordinació de la recerca i la innovació del sector de l'aigua, per aconseguir un major desenvolupament econòmic i social basat en la competitivitat, impulsant la innovació orientada a la millora del coneixement de la gestió del risc i de la resiliència.

Síntesis

L'ACA focalitza la seva estratègia en 4 línies d'innovació:

A. Tractament de l'aigua.
B. Gestió dels riscos. Millora del coneixement i identificació dels perills i dels riscos de l'aigua, del impacte que produeixen sobre el medi i sobre la activitat humana l'escassetat d'aigua així com els episodis de crescudes. Tecnologies de reducció del impacte i de millora d'adaptació al risc mitjançant la explotació i la millora de la gestió de la informació hidrometeorològica i de les previsions numèriques.
C. Potenciació de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) per millorar l'eficiència en la explotació de l'aigua, tant en la gestió conjunta (qualitat-quantitat, superficial-subterrània i regional - local), com en l'aproximació de les necessitats de la demanda i les oportunitats de l'oferta, així com en l'establiment d'eines i procediments de compatibilitat entre usos i restriccions ambientals pròpies dels condicionants de la Directiva marc de l'aigua i d'altres directives associades, com en els riscos associats al canvi climàtic. Es posa èmfasi en els sistemes d'ajuda a la decisió, els sistemes de millora de la logística, de la transparència i de l'accessibilitat a les dades, i es dona impuls a la interacció amb les xarxes socials i a la participació dels usuaris per tal de desenvolupar el principi de subsidiarietat en la gestió de l'aigua i dels seus riscos.
D. Infraestructures de suport científic. Desenvolupament d'instal·lacions d'infraestructura de generació de dades, com ara estacions telemetria terrestre i bases de dades ACA, però també d'informació a d'altres actors implicats: radar meteorològic, infraestructures d'autocontrol dels concessionaris, la telemetria satèl·lit. L'ACA evoluciona en la creació de noves infraestructures i, especialment, en la millora de les infraestructures existents, ampliant el seu ventall de possibilitats, incloent-hi plataformes SCADA, bases de dades, estàndards d'intercanvi de dades i d'altres suports, com ara els serveis científic - tècnics i el suport a la innovació que ofereix l'Institut Català de Recerca de l'Aigua (ICRA), sobre els quals es poden recolzar les tasques de recerca, de desenvolupament i d'innovació, promocionant la seva divulgació.

Observacions

La visió estratègica de l'ACA rau en la cooperació dels propis agents que constitueixen el sistema. Aquest plantejament aposta per una reorientació estratègica en recerca, desenvolupament i innovació (R+D+I), focalitzada en els reptes que donen resposta a les necessitats, així com també en les demandes detectades i en promoure una aproximació territorial.

Aquesta és una mesura integrada en el Pla de gestió del districte de conca fluvial de Catalunya com a mesura per al foment focalitzada, no només en termes d'inundabilitat sinó també en el conjunt del RIS3CAT per a la temàtica aigua.

DADES COMPLEMENTÀRIES

ARPSI

Conques de les rieres de Costa Brava nord
Conca de la Muga i de la Muguera
Conca del Fluvià
Conca del Ter-Daró
Conques de les rieres de Costa Brava sud
Conca de la Tordera
Conques de les rieres del Maresme i Metropolitanes
Conca del Besòs
Conca del Llobregat
Conca del Garraf
Conca del Foix
Conques de les rieres de Tarragona nord i centre
Conca del Gaià
Conca del Francolí
Conques de les rieres Meridionals i del Montsià

Mesures relacionades

PGRO130301
PGRO130401
PGRO130408
PGRO150104
PGRO160302

Responsables

Agència Catalana de l'Aigua (ACA)

☐ Necessitat de manteniment

☐ Necessitat d'estudis previs

Període

2016 - 2021

Cost estimat

300.000,00 €

Subtipus de mesura

Altres

Annex 2: Fitxes de les mesures

51

TA068_Estudi_v2_Final 01 BCNROC.docx

A2.7

Pla tècnic per a l'aprofitament dels recursos hídrics alternatius de Barcelona.**11.5. NOUS SISTEMES D'APROFITAMENT DE TEDUS I AIGUA REGENERADA****11.5.1. Nous sistemes d'aprofitament de TEDUS**

El plànol 9.1.1 mostra una planta general de les actuacions de TEDUS en curs i les potencialment plantejables a la ciutat de Barcelona. Tal com s'ha comentat al capítol 7.1.3.2, **el principal objectiu de les TEDUS a Barcelona hauria de ser el d'infiltrar l'aigua a l'aquífer**, més que no pas recollir-la per reutilitzar-la, donat que com a recurs no aporta la garantia necessària donada la seva variabilitat en el temps. Una altra cosa seria considerar la funcionalitat de les **TEDUS com a sistemes per mitigar el efectes de l'increment de volum i cabal punta** (amb els conseqüents problemes d'inundació) i **el deteriorament de la qualitat de l'aigua d'escoriment** (amb els conseqüents impactes en els medis receptors) deguts a la urbanització, però aquests són objectius lligats al drenatge urbà, no és l'objectiu d'aquest pla. Així doncs, resulta **prematur proposar aquestes tècniques com a una font de recursos hídrics alternatius**, i per tant el Pla no contempla, ni a nivell pressupostari ni d'actuacions, la implantació de noves actuacions de TEDUS, més enllà de les que ja estan previstes en els projectes d'urbanització de l'empresa municipal Bagursa. En tot cas, **en el futur no es descarta estudiar-ne de noves, però sempre lligades a l'oportunitat d'alguna remodelació urbanística i tenint en compte la múltiple funcionalitat de les TEDUS**.

De totes maneres, si per raons d'oportunitat o altres, es decidís impulsar la instal·lació de TEDUS a la ciutat de Barcelona amb l'objectiu d'aprofitar l'aigua tractada, el criteri general hauria de ser limitar-ho a zones verdes, sense trànsit de vehicles i a on l'aigua de pluja, una vegada que arriba al terra, hi circuli sempre per zones de sorres, gespa, rases drenants, etc. fins a arribar al dipòsit corresponent per al seu emmagatzemament.

Un altre criteri és que la superfície de captació sigui el suficientment gran com per captar un volum significatiu d'aigua i, a la vegada, existeixin a prop zones consumidores d'aigua significatives, ja sigui per necessitar grans volums per a reg o per poder ser zones de càrrega per a camions de neteja. En aquest sentit, es pot plantejar la seva construcció en àrees de més de mitja hectàrea (aproximadament), amb dipòsits associats de l'ordre de 100-200 m³ de volum mínim. En el cas de zones amb pendents grans (superiors a 6 %), la seva viabilitat és més dubtosa.

Tenint en compte aquests criteris, el **plànol 9.1.1** mostra un seguit de **parcs i zones verdes candidats a la instal·lació de TEDUS**. Aquesta instal·lació es realitzaria a mesura que s'executessin les obres de remodelació i/o arranjamant d'aquestes zones.

En quant al cost que aquestes actuacions poden tenir, depèn molt del tipus de TEDUS utilitzada, de la necessitat o no de construir un drenatge convencional en paral·lel (normalment sí que s'ha de considerar, tot i que en funció del tipus de TEDUS i la zona a drenar, es pot arribar a reduir o fins i tot, eliminar). En general, i a nivell de valoració general, es considera una inversió necessària d'uns 150.000 euros per actuació, més uns 300.000 per al dipòsit d'emmagatzemament (que inclou l'obra civil, les instal·lacions i el telecontrol). Tot i així, hi ha una sèrie de possibles ubicacions a les quals, per la seva extensió, es considera que la inversió pot arribar a ser bastant més elevada (per exemple: Parc Güell, Parc Creueta del Coll, Palau Reial-Torre Girona, Muntanya de Montjuïc, Parc de la Ciutadella, Plaça de les Glòries, Parc del Guinardó, Parc Turó de la Peira i nova estació Sagrera-Ave i àmbit relacionat). En aquests casos, s'estima una inversió d'uns 500.000 euros per l'actuació, més uns altres 500.000 euros per al dipòsit d'emmagatzemament.

En total, la valoració econòmica de la implantació de les TEDUS a Barcelona (considerant-les totes amb dipòsit d'emmagatzematge telecontrolat) seria d'uns 7,65 milions d'euros per a les 17 actuacions a parc i zones verdes de tamany mig, més els 8 milions d'euros per als 8 àmbits grans. En total: 15,65 milions d'euros, corresponent al total d'aquestes 25 possibles actuacions, identificades al plànol 9.1.1, i que en tot cas no formen part del llistat d'inversions planificades pel Pla, com s'ha esmentat unes línies més amunt.

Pel que fa a les TEDUS que es troben en fase de projecte o execució cal destacar les TEDUS de la zona de nova urbanització Marina del Prat Vermell a la Zona Franca de Barcelona, del tipus rasa d'infiltració i les de Can Corrada que són petites bases d'infiltració interconnectades.

A l'Annex 2 es descriuen amb més detall aquestes actuacions, així com les que ja es troben en funcionament, totes elles mostrades als plànols 9.2 a 9.5. Altres zones a les quals els propers desenvolupaments urbanístics permetrien la instal·lació de TEDUS són l'Ecobarri de Vallbona, el Campus de Llevant a la zona Fòrum i la nova estació de la Sagrera-Ave. En aquests casos, la solució final i el seu cost encara estan per definir.

Guia de criteris tècnics generals de la xarxa de clavegueram de Barcelona

Disponible en: <http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/ca/serveis/la-ciutat-es-transforma/prescripcions-tecniques/documentacio-ambits>

3.6. ALTRES ASPECTES A TENIR EN COMPTE EN PROJECTES D'URBANITZACIÓ**a. Elements de drenatge urbà sostenible**

La impermeabilització el terreny lligada al desenvolupament urbà té efectes negatius com són les inundacions i l'impacte contaminant dels abocaments al medi receptor en temps de pluja degut a l'increment d'escoriment superficial. L'objecte de les TEDUS (Tècniques de Drenatge Urbà Sostenible) és compensar aquests efectes mitjançant l'emmagatzematge i/o la infiltració en el subsòl. Aquestes solucions tècniques es centren en laminar els cabals punta, reduir els volums d'escoriment i retenir contaminació.

Les TEDUS permeten un millor control del procés d'escoriment en base als principis de reducció de la impermeabilització, emmagatzematge, i/o infiltració. També permeten eliminar quantitats importants de diversos contaminants, mitjançant processos naturals d'infiltració, sedimentació, precipitació, biodegradació o bioassimilació.

Exemples de possibles TEDUS:

- estanys de retenció o detenció
- aiguamolls
- àrees d'infiltració inundables
- rases d'infiltració
- pous d'infiltració
- filtres de sorra, rases drenants
- cunetes filtrants
- paviments porosos/modulars
- teulades verdes.

A continuació s'adjunten alguns criteris generals que s'hauran de tenir en compte en el disseny d'elements de drenatge urbà sostenible:

- 1. El projecte haurà de definir completament la titularitat del sistema, és a dir, on acaba la titularitat privada i on comença la pública.*
- 2. Les zones per on poden circular **vehicles** no poden desguassar cap a elements de drenatge sostenible. Aquestes zones han de conduir les aigües de pluja directament als sistemes de drenatge **convencionals**.*

3. Qualsevol element de drenatge urbà sostenible haurà de tenir un **sobreexidor** connectat a la xarxa de clavegueram.

4. En l'interior dels edificis projectats amb drenatge urbà sostenible (recollida d'aigües de les cobertes), caldrà col·locar un sobreexidor del baixant de pluvials cap al de residuals, per tal que, en el cas que es colmati l'element de retenció-infiltració d'aigua de pluja, l'aigua de les teulades pugui evacuar cap a la claveguera. En qualsevol cas, es col·locarà una clapeta anti-retorn que s'obri en el sentit pluvialresidual, per evitar que una obturació del clavegueró de residuals pugui contaminar els elements de drenatge sostenible on desguassen els baixants de pluvials.

5. Es recomana la col·locació d'un filtre en les canaletes de les teulades per minimitzar l'arribada de sòlids als pous d'infiltració, millorant així el seu funcionament i manteniment.

6. En cas que l'actuació prevegi la infiltració d'aigua al terreny, s'hauran de complir algunes condicions específiques:

a. Si la infiltració es provocada mitjançant sistemes de **graves** o similars que provoquin l'entrada de l'aigua al terreny caldrà disposar de l'aval de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) per la proposta, obtingut prèviament a l'inici de les obres.

b. Al cas anterior o si la infiltració al terreny és realitza **naturalment** el projecte haurà d'incloure un annex geotècnic que inclogui dades de caracterització del terreny (entre d'altres la permeabilitat), i un estudi que demostrï que el terreny té capacitat suficient per infiltrar l'aigua de pluja prevista en el projecte.

7. En qualsevol cas, la implantació de TEDUS en noves urbanitzacions no implica que es pugui reduir la capacitat de la xarxa de clavegueram a executar, aquesta s'haurà de dimensionar igualment per la pluja de disseny de T=10 anys.

8. El disseny de TEDUS ha de considerar que la màxima fondària d'una làmina d'aigua a la via pública, per qüestions de seguretat, és de **30 cm**. Si de manera excepcional aquest requisit no es pot complir s'haurà de **justificar** i definir els sistemes de seguretat adequats.

Plec de prescripcions tècniques per al disseny, l'execució i el manteniment d'obra nova de jardineria

Disponible en: <http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/ca/serveis/la-ciutat-es-transforma/prescripcions-tecniques/documentacio-ambits>

6.7.- Sistema de drenatge

ÀMBIT D'APLICACIÓ

En aquells casos en què el sòl no pugui eliminar de forma natural l'excés d'aigua, i una vegada fetes les esmenes estructurals pertinents per garantir una bona capacitat d'emmagatzematge i infiltració de l'aigua, així com una correcta aeració, cal dissenyar un sistema de drenatge.

Proposta d'Ordenança Municipal de Medi Ambient

Secció cinquena. Drenatge urbà sostenible

Article XX Sistemes de drenatge urbà sostenible en noves urbanitzacions o zones objecte de millora integral

1. En **zones de nova urbanització o zones objecte de millora integral** (noves urbanitzacions, polígons industrials, desenvolupaments urbanístics i infraestructures lineals), que puguin produir alteracions en el drenatge de la conca o conques interceptades **s'hauran d'introduir sistemes o tècniques de drenatge urbà sostenible (TEDUS)** que garanteixin que l'eventual augment de l'escolament respecte el valor corresponent a la situació preexistent pugui ser compensat dintre de l'àmbit afectat o sigui irrelevant.

2. Quan es consideri necessari, donades les característiques de la conca afectada, **l'Ajuntament pot exigir la realització d'un estudi hidrològic-hidràulic** per a avaluar l'eventual augment de l'escolament produït per la impermeabilització o urbanització d'una superfície. Aquest estudi serà exigible, en qualsevol cas, quan la superfície de la nova actuació suposi almenys el 25% de la superfície total de la conca o l'àmbit del projecte suposi més de 0,5 ha i la superfície permeable (espais verds, parterres, escocells, sorralles, etc.) sigui inferior al 50% del total.

Article YY Impacte dels abocaments de la xarxa de clavegueram en temps de pluja

L'Ajuntament de Barcelona té l'objectiu de reduir l'impacte dels abocaments de la xarxa de clavegueram unitària o pluvial sobre les masses d'aigües receptores en temps de pluja, pel que considera i aplica mesures com:

a) La regulació avançada de la xarxa de clavegueram i dels dipòsits de retenció d'aigües pluvials. Aquesta regulació permet laminar el cabal en temps de pluja i així facilitar, per una banda, l'enviament de les aigües de primer rentat (les més contaminades) a l'estació depuradora d'aigües residuals, i d'altra banda, reduir el volum d'aigua abocat al medi, i per tant, reduir la contaminació abocada.

b) La dotació de sistemes de tractament descentralitzat (tipus reixes de desbast, sistemes vòrtex, basses estacionals de fitodepuració, dipòsits de retenció de flotants, etc.) en punts de sobreeximent de la xarxa de clavegueram.

ANNEX 3: FITXES D'EXPERIÈNCIES DE DRENATGE SOSTENIBLE A BARCELONA



Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

El projecte va sorgir per reclamació veïnal d'un jardí memorial, i es va dotar a l'espai públic de mobiliari, enjardinament, sistema de rec, una font pública accessible i una millora general de l'accessibilitat. El jardí original pràcticament no drenava, sinó que s'inundava regularment. En ser les connexions al drenatge exterior (privat) molt petites, sense punt de connexió al clavegueram de la ciutat, es va decidir transformar el projecte de drenatge en un sistema d'emmagatzematge i infiltració en el terreny, mitjançant uns pous d'infiltració en el terreny, registrables i accessibles, però amagats sota el paviment de sauló o la vegetació. L'efecte global d'aquesta solució és que actua com un dipòsit d'infiltració d'uns 5 m3 de capacitat. La intenció dels tubs dren sobredimensionats no és pas la filtració de l'aigua cap a la xarxa, sinó la filtració de l'aigua present al sistema saturat cap a les graves i el terreny existent.

Referències addicionals als projectes:

Carballo-Pérez (2012), Carballo-Pérez (2015b), Carballo-Pérez (2016).

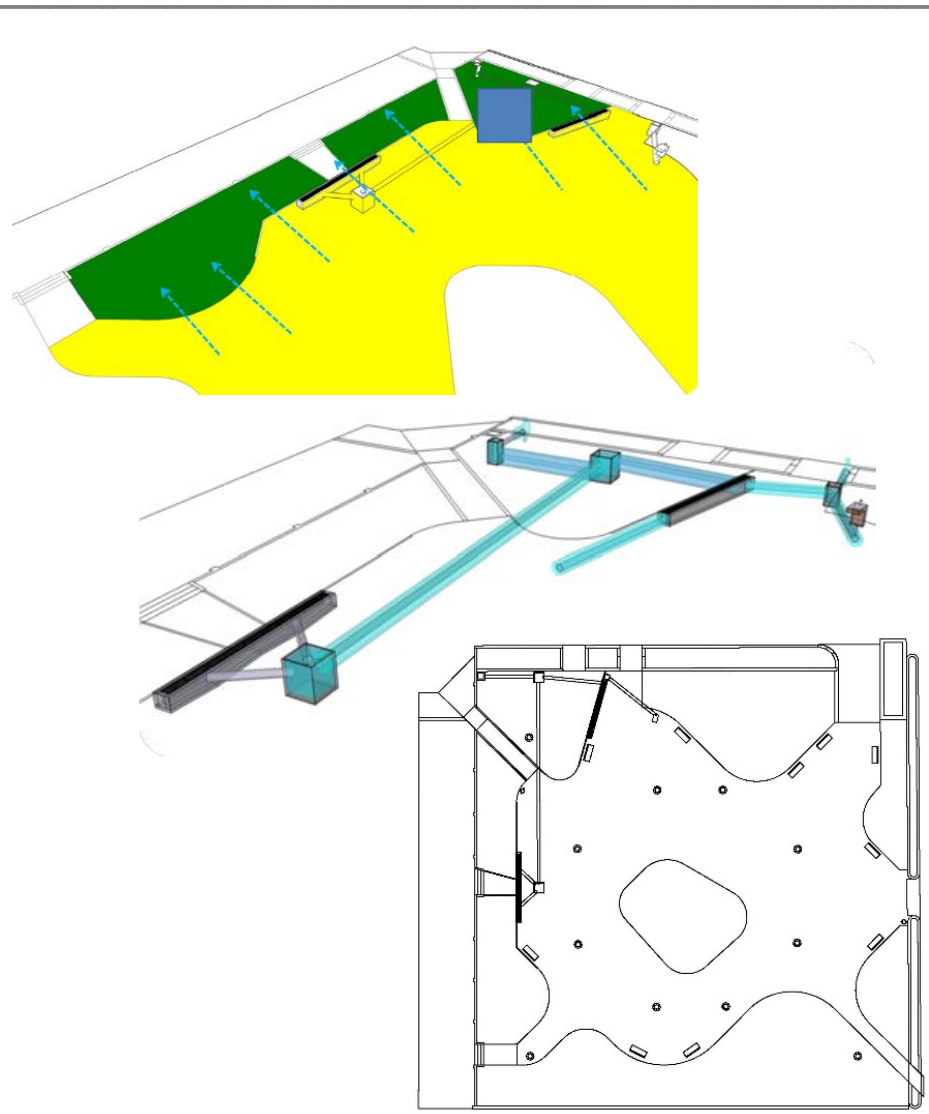
Nom Projecte: Enjardinament de la Plaça Ernest Lluch
Districte: Les Corts
Promotor: Ajuntament de Barcelona
 Parcs i Jardins de Barcelona. Institut Municipal.
Any aprovació projecte: 2007
Any finalització construcció: 2007
Superfície d'actuació: 2.600 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?	No
Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?	No
Es disposa de dades de monitorització?	No
S'ha establert un protocol de manteniment específic?	No

Estat Previ:



Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



ESPAI: TORRE BARÓ – PLAÇA EUCALIPTUS



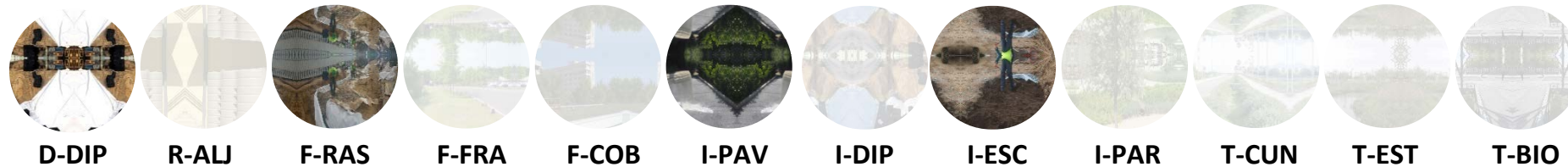
Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

Topogràficament la zona més densament construïda se situa a l'àrea més deprimida, deixant les zones verdes en les parts altes de la urbanització, la qual cosa complica la solució constructiva (també condicionada pel pas del metro). Els pendents de calçades i voreres dirigeixen l'escorriment cap a dues franges amb paviment permeable que capta, filtra i condueix l'aigua cap a una sèrie de petits dipòsits subjacents intermitents (aquestes franges també contenen l'alineació d'arbrat i il·luminació). Els dipòsits de detenció (als que connecten les arquetes que recullen l'aigua de les cobertes dels edificis adjacents i els sobreexidors dels parterres inundables de les zones verdes), estan connectats entre si per canonades que, a l'ésser de petit diàmetre, afavoreixen la retenció temporal de l'aigua (laminant els cabals), i transporten l'aigua filtrada cap a la Plaça dels Eucaliptus. La plaça és una gran àrea de filtració i retenció de l'escorriment, que compta també amb escocells d'infiltració. No està completament operatiu en l'actualitat.

Referències addicionals als projectes: Febles *et al.* (2009); Llopart-Mascaró *et al.* (2010); Soto-Fernández (2013 i 2016).

Nom Projecte: Urbanització de l'àmbit del sector 1 del P.E.R.I. de Torre Baró i Plaça Eucaliptus

Districte: Nou Barris

Promotor: Ajuntament de Barcelona
Barcelona Gestió Urbanística, S.A.

Any aprovació projecte: 2006

Any finalització construcció: 2008

Superfície d'actuació: 40.500 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de dades de monitorització?

Sí

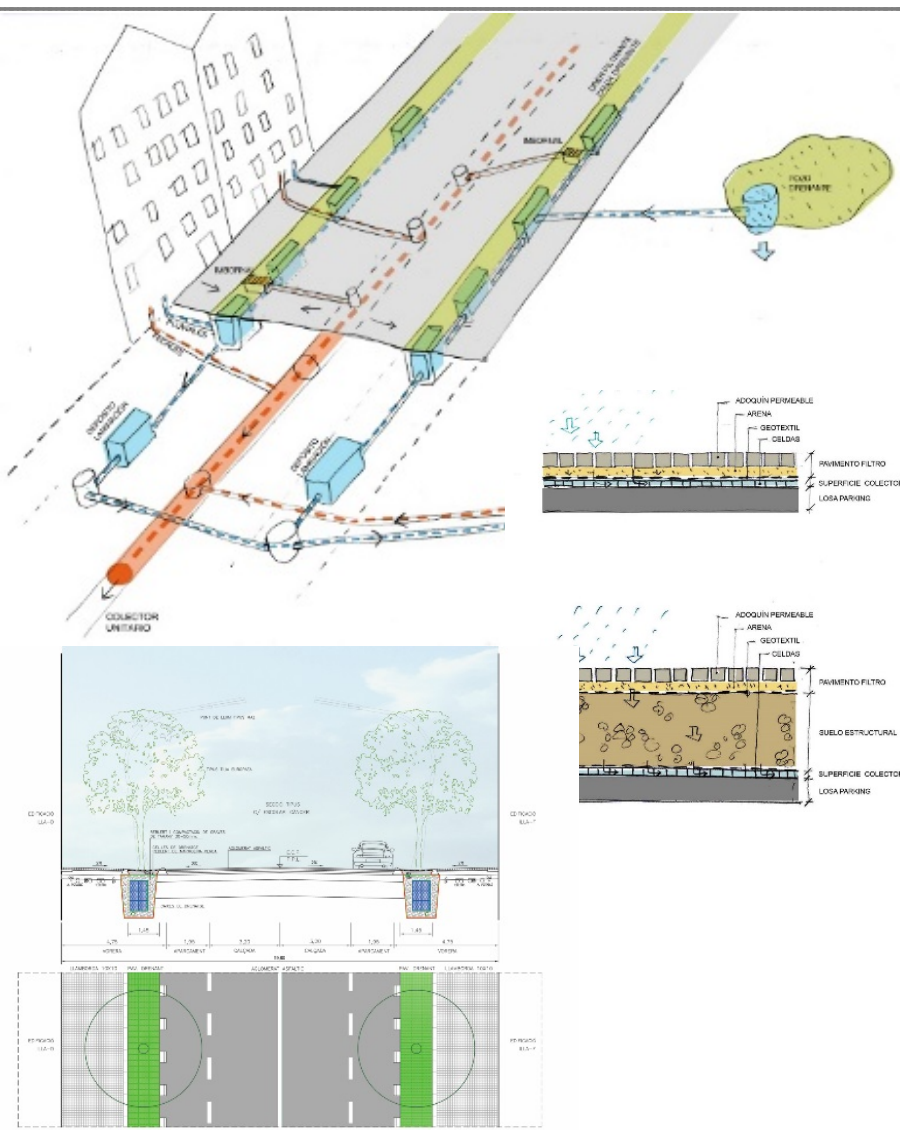
S'ha establert un protocol de manteniment específic?

No

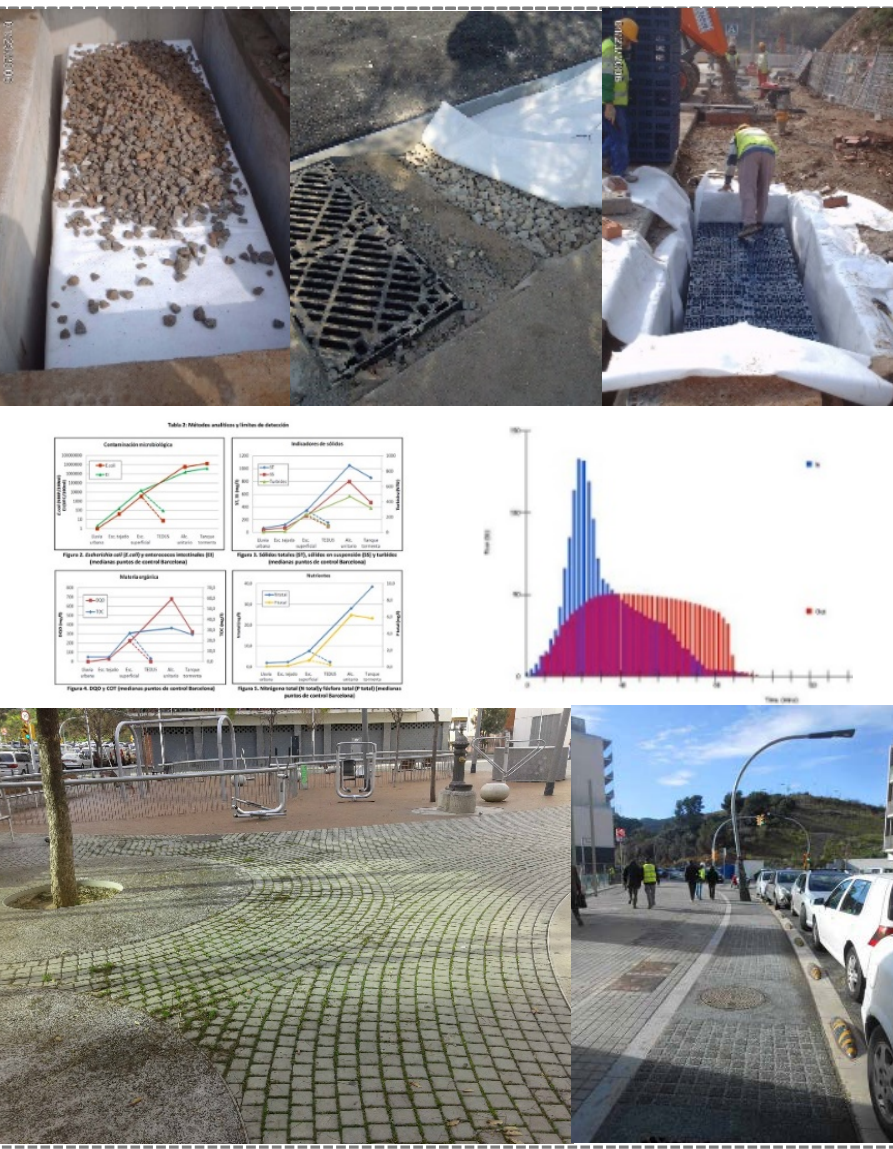
Estat Previ:



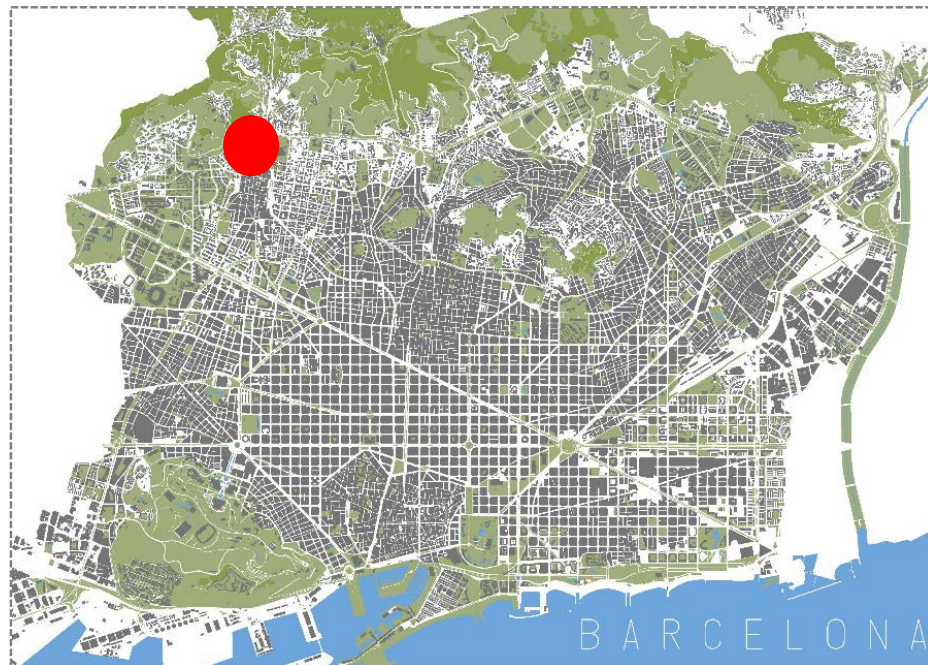
Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



ESPAI: TORRENT DE LES MONGES



Tipus de SUDS emprats:

**Descripció:**

Aquesta actuació correspon a un entorn forestal amb un caràcter residual en el seu estat previ, on es pren la decisió de tractar aquesta zona com a punt d'infiltració de l'aigua de vessament de les àrees urbanitzades adjacents, carrers i edificis, en tenir el gran avantatge del fet que les zones verdes i permeables se situen en els punts baixos, funcionant com a embornals naturals. Als moments de tempesta l'aigua s'acumularà superficialment, i progressivament anirà infiltrant-se en el subsòl. Els dipòsits d'infiltració compten amb sobreexidors a la xarxa de clavegueram.

Altres dispositius emprats per conduir l'escorriment als punts baixos són rases drenants amb paviment permeable (graves reforçades amb material cel·lular de polipropilè) i cunetes vegetades.

Referències addicionals als projectes:

Soto-Fernández (2013 i 2016).

Nom Projecte: Urbanització del Parc del Torrent de les Monges

Districte: Sarrià-Sant Gervasi

Promotor: Ajuntament de Barcelona
Barcelona Gestió Urbanística, S.A.

Any aprobació projecte: 2006

Any finalització construcció: 2008

Superfície d'actuació: 29.500 m²

Sí

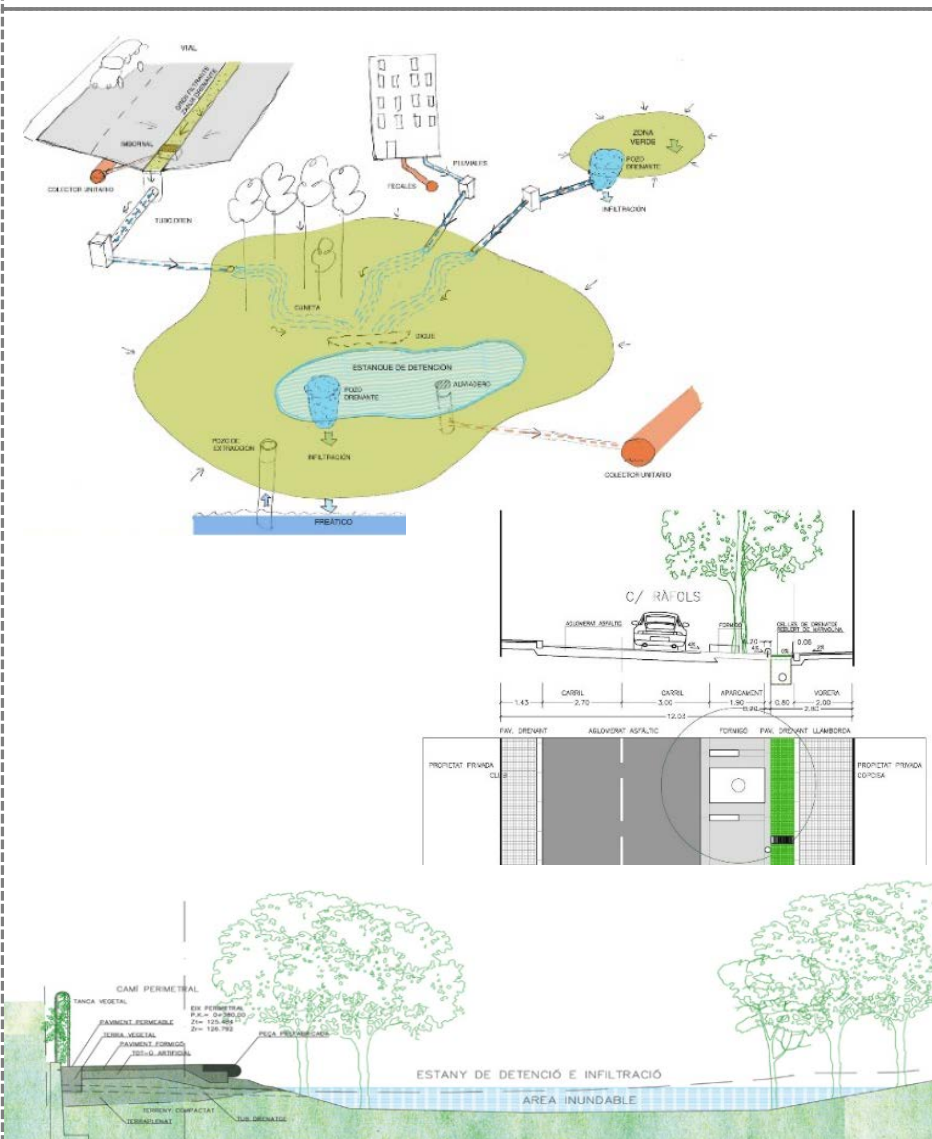
No

No

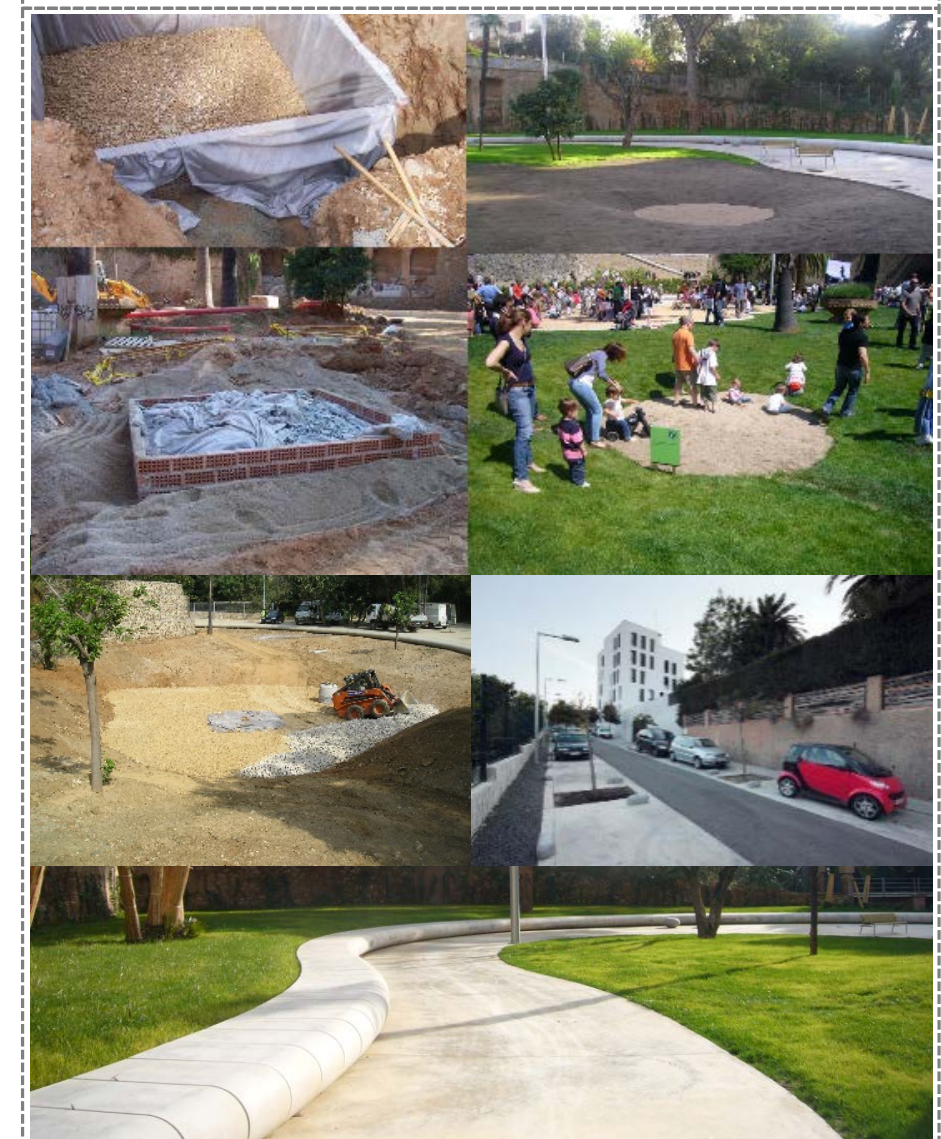
No

Estat Previ:

Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



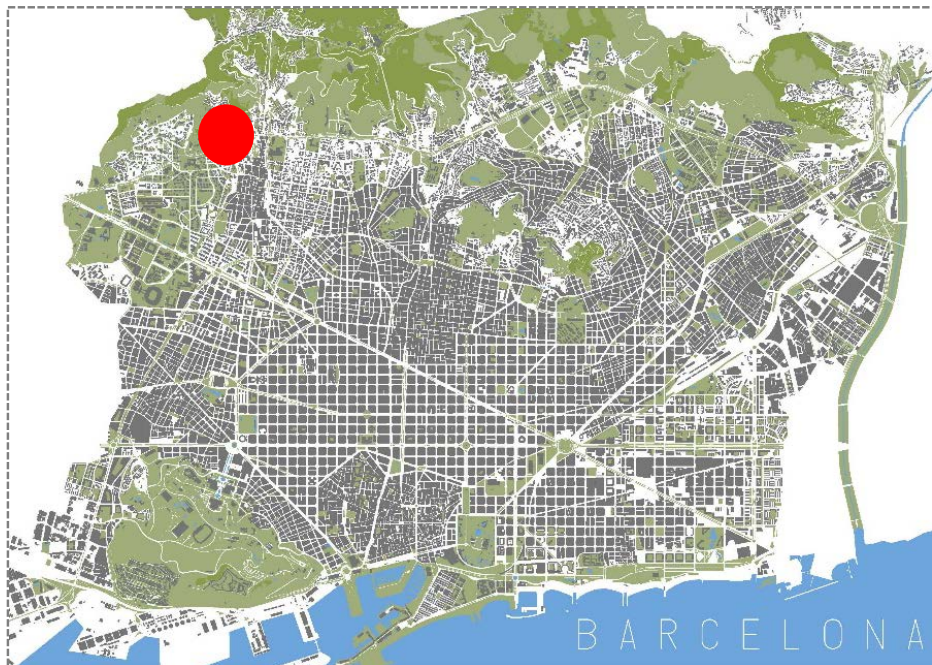
ESPAI: CAN CARALLEU



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

En la remodelació del Carrer Major de Can Caralleu, es construeix a la vorera esquerra una part de zona verda drenant transitable mitjançant l'ús de gespa reforçada amb material cel·lular de polipropilè, sobre una capa de graves. Aquesta secció de paviment permeable es repeteix amb reblert de grava en lloc de gespa, també a les places d'aparcament localitzat a la part baixa del carrer.

Referències addicionals als projectes:

Soto-Fernández (2013 i 2016).

Nom Projecte: Urbanització del Passeig Major de Can Caralleu

Districte: Sarrià-Sant Gervasi

Promotor: Ajuntament de Barcelona

Barcelona Gestió Urbanística, S.A.

Any aprovació projecte: 2006

Any finalització construcció: 2008

Superfície d'actuació: 9.100 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?

No

Es disposa de dades de monitorització?

No

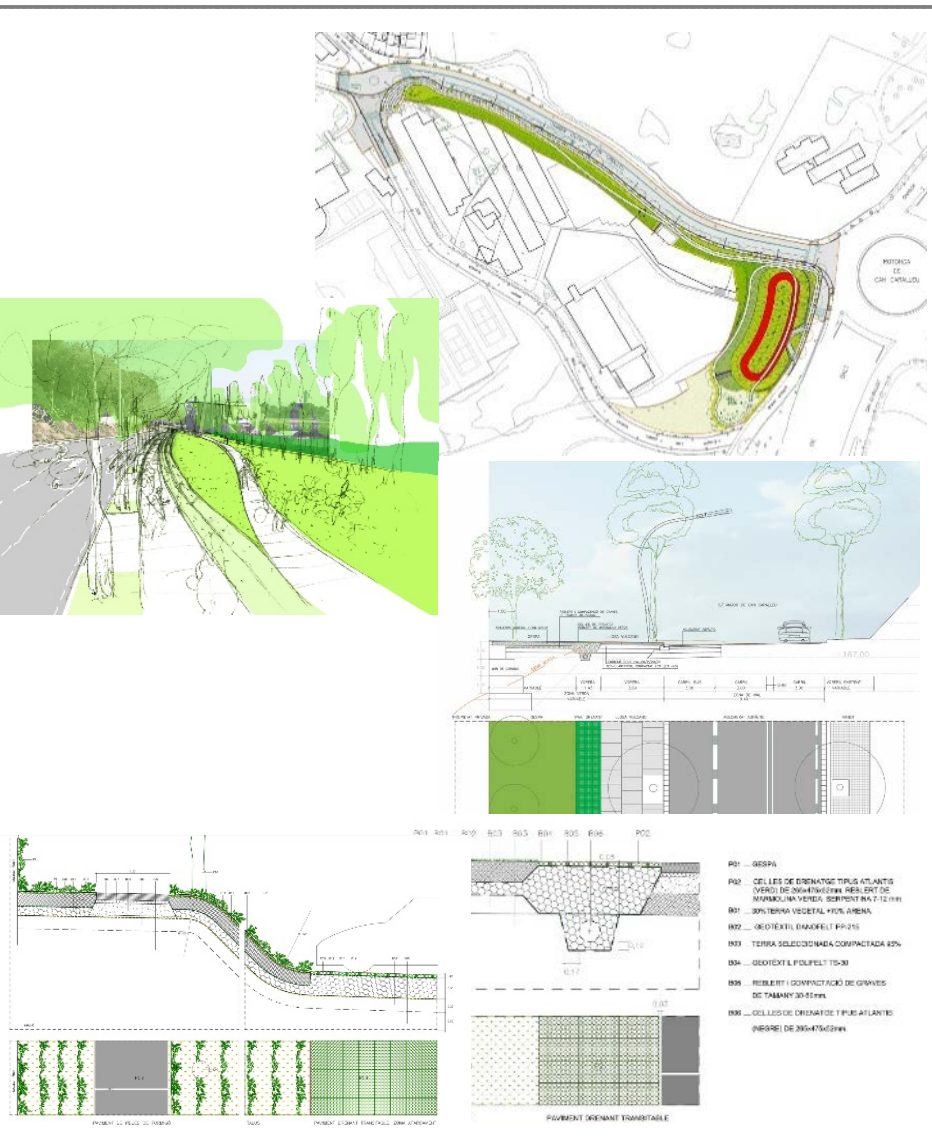
S'ha establert un protocol de manteniment específic?

No

Estat Previ:



Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:





Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

L'esquema de drenatge surt com a resultat d'una àmplia reflexió al haver-se construït el col·lector de connexió al clavegueram de la ciutat excessivament poc profund. El resultat va ser la construcció d'una xarxa de drenatge per infiltració: els vials i zones d'estada es van executar amb pendents mínimes transversals, i les vorades es van col·locar a peu pla per abocar l'escorrentia cap a parterres i zones verdes, les quals resten a cotes entre 5 i 10 cm inferiors als camins i zones accessibles. Els paviments de sauló resten sobre un llit de graves amb un seguit de rases i tubs dren, per conduir l'aigua a arquetes d'emmagatzematge i dren fabricades amb maó ceràmic a l'extradós sobre llits de graves, per facilitar-ne la infiltració al terreny. En global, s'utilitza aquest principi en diferents pous d'infiltració de secció circular i diàmetre de 2 m i superior a 50 cm. El volum total d'emmagatzematge s'estima en almenys 320 m³.

Referències addicionals als projectes:

Carballo-Pérez (2012), Carballo-Pérez (2015b), Carballo-Pérez (2016).

Nom Projecte: Urbanització dels Jardins dels Drets Humans

Districte: Sants Montjuïc

Promotor: Ajuntament de Barcelona

Parcs i Jardins de Barcelona. Institut Municipal.

Any aprovació projecte: 2007

Any finalització construcció: 2008

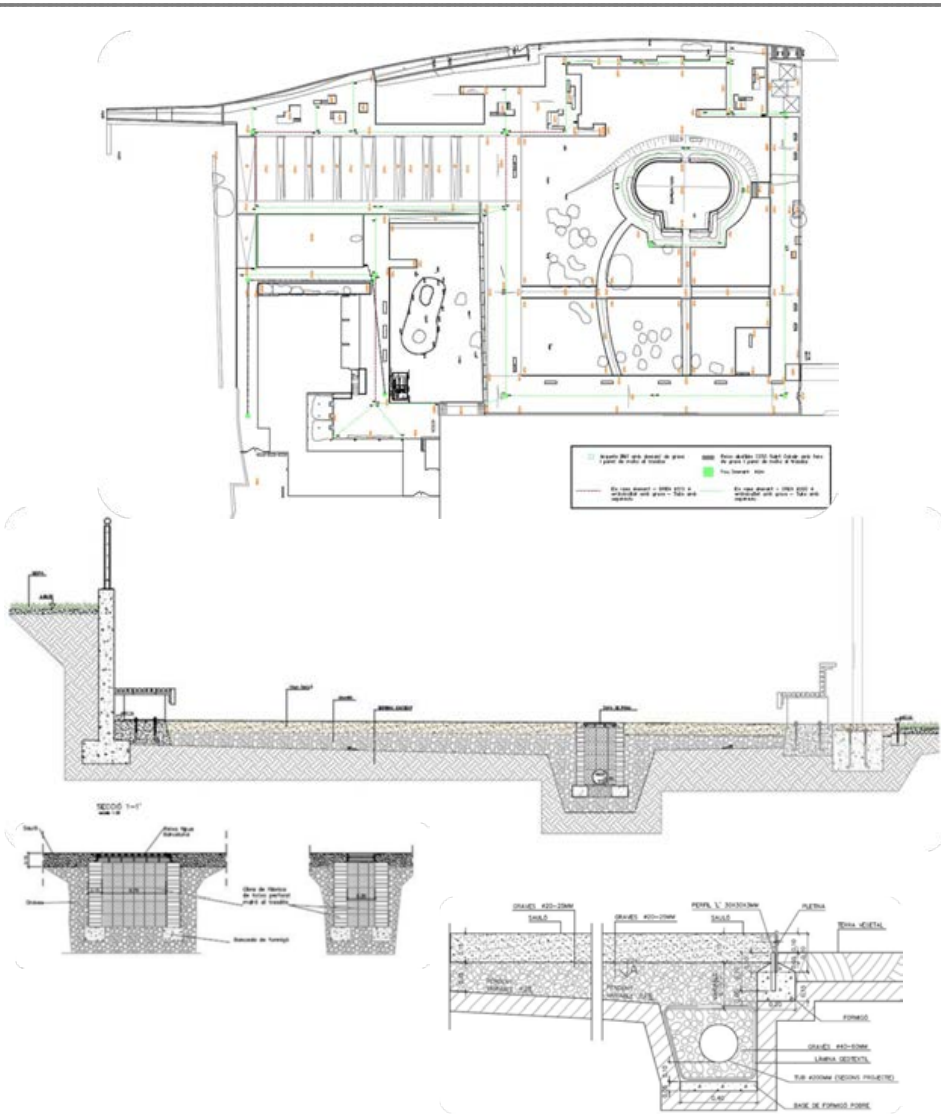
Superfície d'actuació: 13.600 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?	Sí
Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?	No
Es disposa de dades de monitorització?	No
S'ha establert un protocol de manteniment específic?	No

Estat Previ:

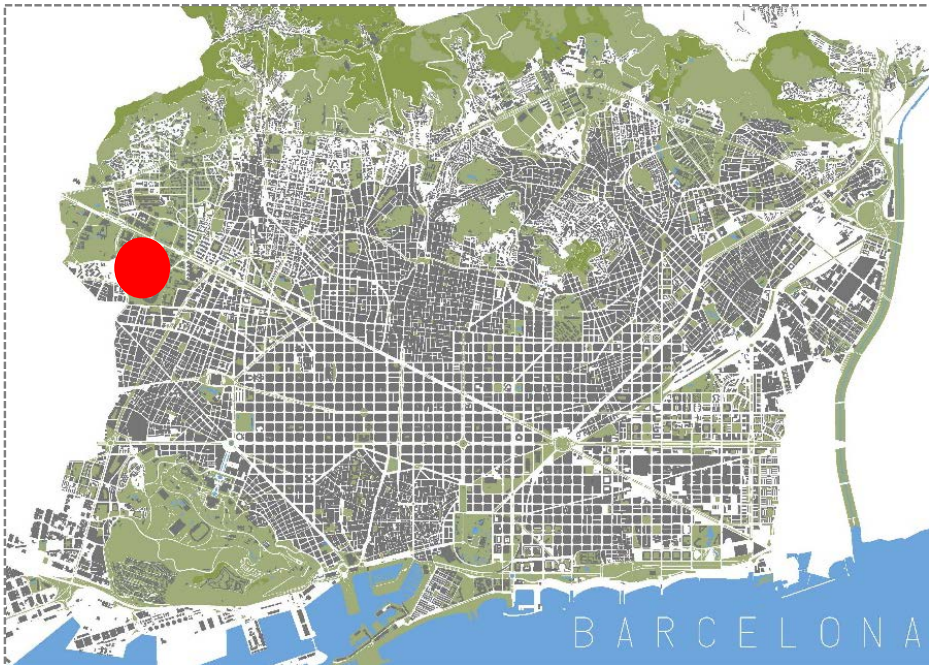


Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:





Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

El carrer Martí i Franqués és un carrer amb plataforma única, que té un pendent longitudinal mig del 4,5%, de 30 m de secció, i dividit a l'eix per la rasa drenant que s'ha fet per recollir l'aigua pluvial. Aquesta rasa té una amplada d'1,35 m, i una fondària d'1,65 m. Està reblerta de grava, amb un paviment drenant transitable, concretament unes cel·les, que fa que l'aigua es filtri i corri pel fons de la rasa, a través de dos tubs de drenatge de 200 mm fins a una càmera que hi ha ubicada al final del carrer, a l'altura de l'avinguda Joan XXIII. No està operatiu en l'actualitat.

Referències addicionals als projectes:

Soto-Fernández (2013 i 2016).

Nom Projecte: Urbantització del Portal del Coneixement. Martí i Franqués i entorns, Fase 1.

Districte: Les Corts

Promotor: Ajuntament de Barcelona
Barcelona Gestió Urbanística, S.A.

Any aprovació projecte: 2006

Any finalització construcció: 2010

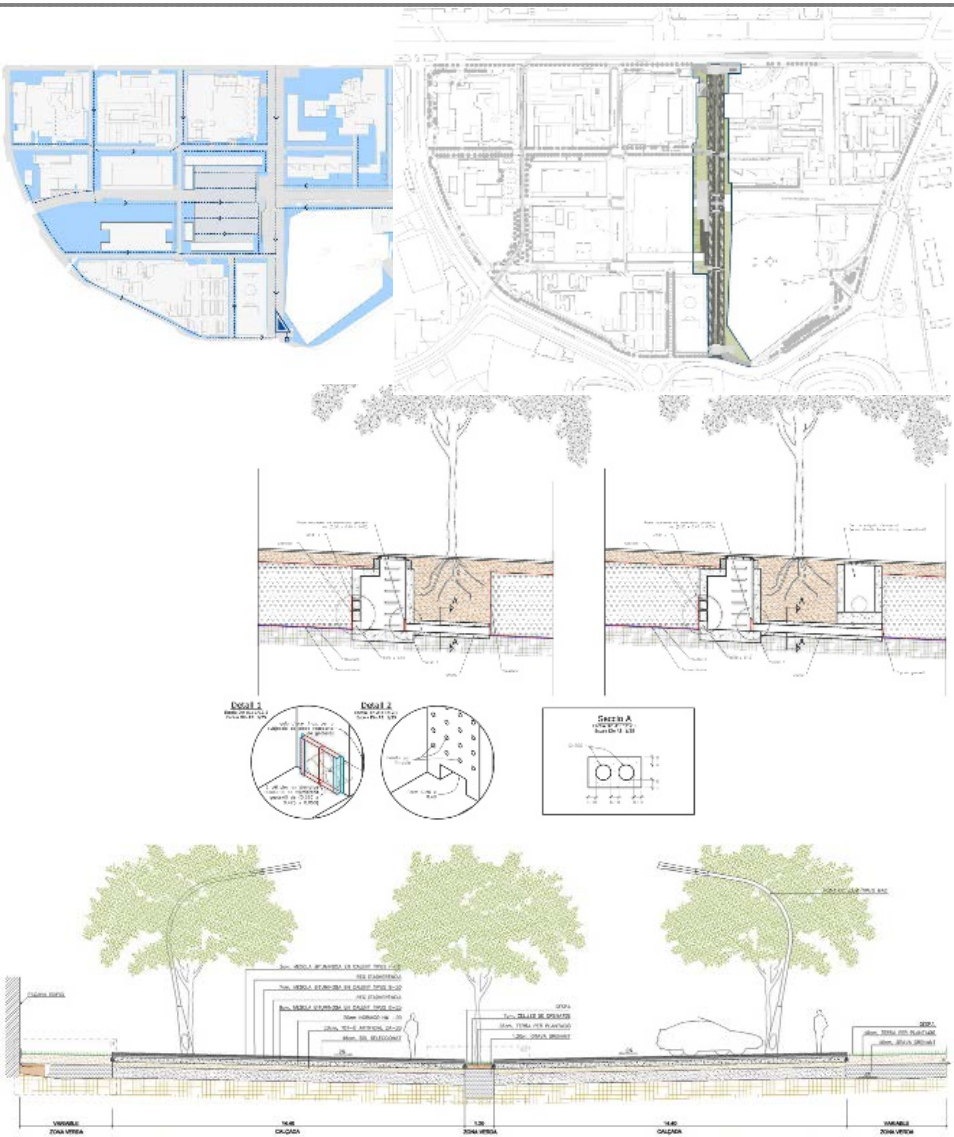
Superfície d'actuació: 28.000 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?	Sí
Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?	No
Es disposa de dades de monitorització?	No
S'ha establert un protocol de manteniment específic?	No

Estat Previ:



Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



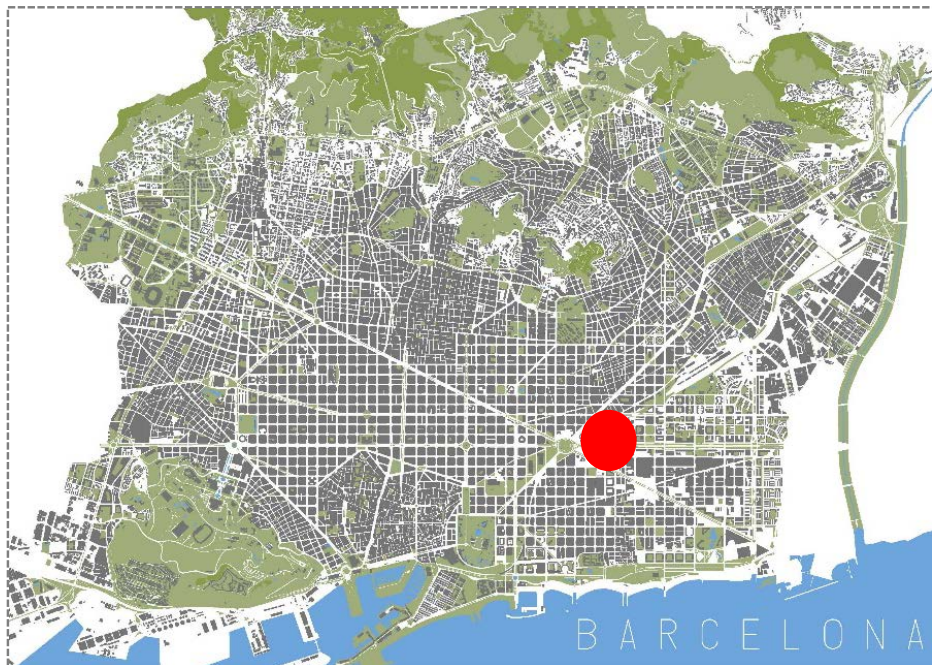
ESPAI: PARC DEL CLOT



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

El projecte original plantejava millorar la distribució dels embornals de la xarxa de recollida d'aigua, instal·lar una nova xarxa de drenatge a les àrees de sauló i conduir l'escorriment .
Aquesta connexió no va ser possible, i les rases drenants de les àrees de sauló es van connectar a un dipòsit d'infiltració construït amb cel·les estructurals de polipropilè, envoltades amb geotèxtil i amb reblert de grava. En altres parts del parc, es van realitzar micro-intervencions de drenatge SUDS, amb embornals connectats a pous de grava i cunetes vegetades al peu de talussos.

Referències addicionals als projectes:

Carballo-Pérez (2016); Gecsa Ingenieria (2010).

Nom Projecte: Rehabilitació Parc del Clot

Districte: Sant Martí

Promotor: Ajuntament de Barcelona

Parcs i Jardins de Barcelona. Institut Municipal.

Any aprovació projecte: 2010

Any finalització construcció: 2010

Superfície d'actuació: 500 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?

No

Es disposa de dades de monitorització?

No

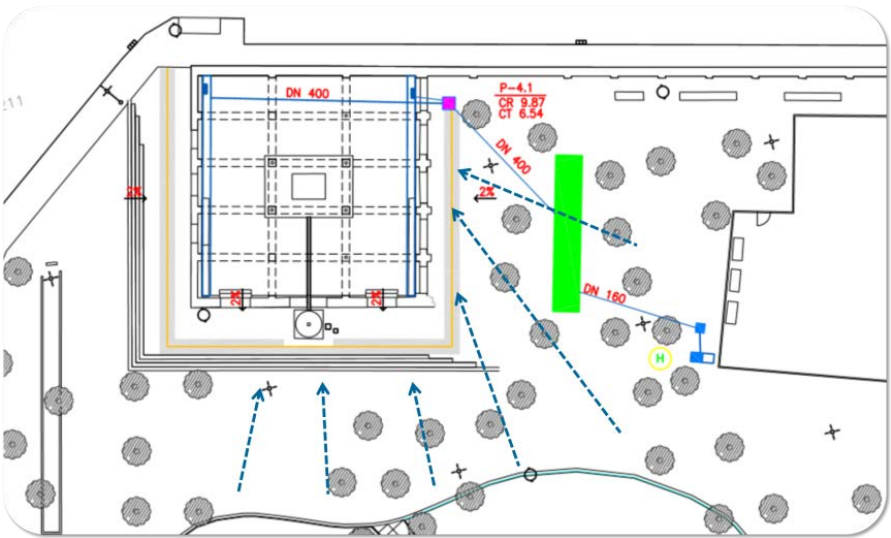
S'ha establert un protocol de manteniment específic?

No

Estat Previ:



Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



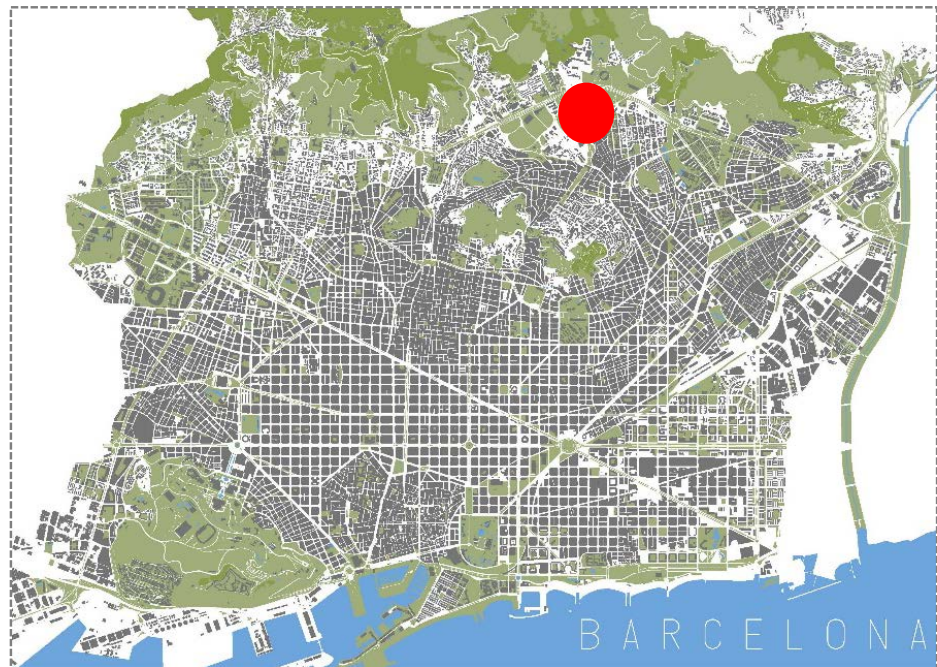
ESPAI: CASA DELS XUKLIS



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

El jardí es desenvolupa com una cinta verda al voltant dels edificis, amb funcions particulars d'estabilitzar els talussos i de drenatge. Es va executar una xarxa lineal de rases drenants amb tubs dren i cel·les estructurals de polipropilè envoltades en grava i geotèxtil. A la zona del talús, es van crear punts d'infiltració al subsòl que connecten la cara del talús amb les cel·les del subsòl. Tota aquesta xarxa lineal està connectada en un pot a un sobreexidor que connecta amb la xarxa de clavegueram.

Per les fortes pluges de l'estiu de 2011 van inundar el jardí i afectar l'edifici; es va pensar que un dels problemes seria la compactació del terreny pel tràfic de l'obra, i es va decidir crear uns pous de grava superficials, i també unes rases perimetrals totes connectades amb les cel·les d'infiltració a sota.

Referències addicionals als projectes:

Carballo-Pérez (2012), Carballo-Pérez (2015b), Carballo-Pérez (2016).

Nom Projecte: Casa dels Xuklis
Districte: Horta-Guinardó
Promotor: Ajuntament de Barcelona
Parcs i Jardins de Barcelona. Institut Municipal.
Any aprovació projecte: 2010
Any finalització construcció: 2010
Superfície d'actuació: 1.520 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?	Sí
Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?	No
Es disposa de dades de monitorització?	No
S'ha establert un protocol de manteniment específic?	No

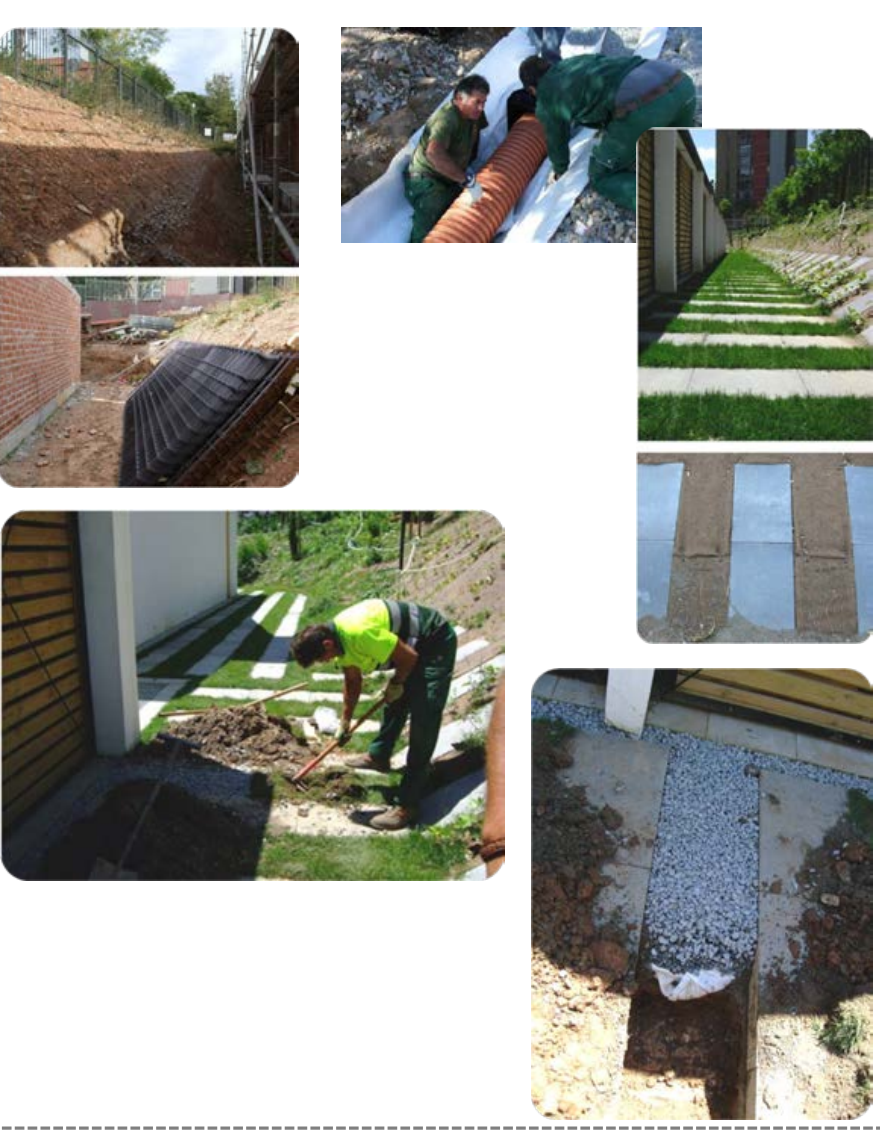
Estat Previ:

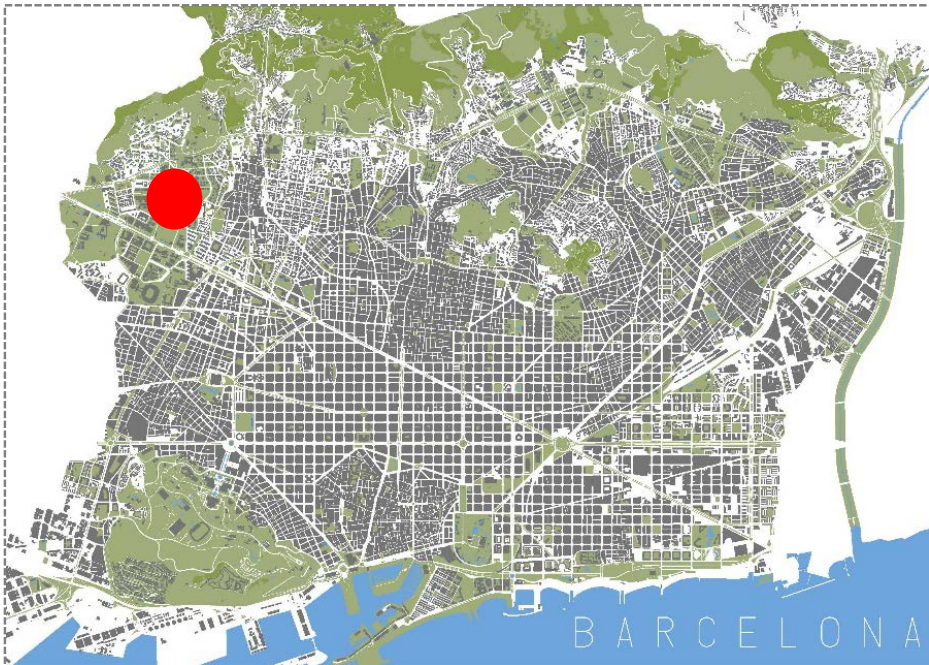


Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:





Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

L'objectiu del projecte és millorar l'espai existent, per afavorir el seu ús individual i col·lectiu i millorar l'impacte paisatgístic de l'entorn. L'actuació no sols preserva l'arbrat existent, sinó generar un nou jardí sense pertorbar el procés ecològic que ja existia, fent un gran esforç per preservar el drenatge natural per infiltració del terreny. Cal destacar la concepció artística inspirada en els principis de reciclatge i l'Art Poveda per a les tècniques de construcció: el gabió i les reixes de drenatge fets amb rodons d'acer sense pintar; el farciment de gabió de formigó i enderrocs reciclats; i el mateix material que s'utilitza sota el paviment per generar infiltració d'aigua. L'estructura interna del gabió presenta un tub dren sobre una cuneta de formigó tot connectat a cel·les de drenatge que a la seva vegada connecten amb grups de cel·les d'infiltració sota el paviment del jardí.

Referències addicionals als projectes:

Carballo-Pérez (2012), Carballo-Pérez (2015a), Carballo-Pérez (2015b), Carballo-Pérez (2016).

Nom Projecte: Millora dels Jardins del Carrer Gran Capitàn

Districte: Les Corts

Promotor: Ajuntament de Barcelona

Parcs i Jardins de Barcelona. Institut Municipal.

Any aprovació projecte: 2010

Any finalització construcció: 2011

Superfície d'actuació: 900 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?

No

Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?

No

Es disposa de dades de monitorització?

No

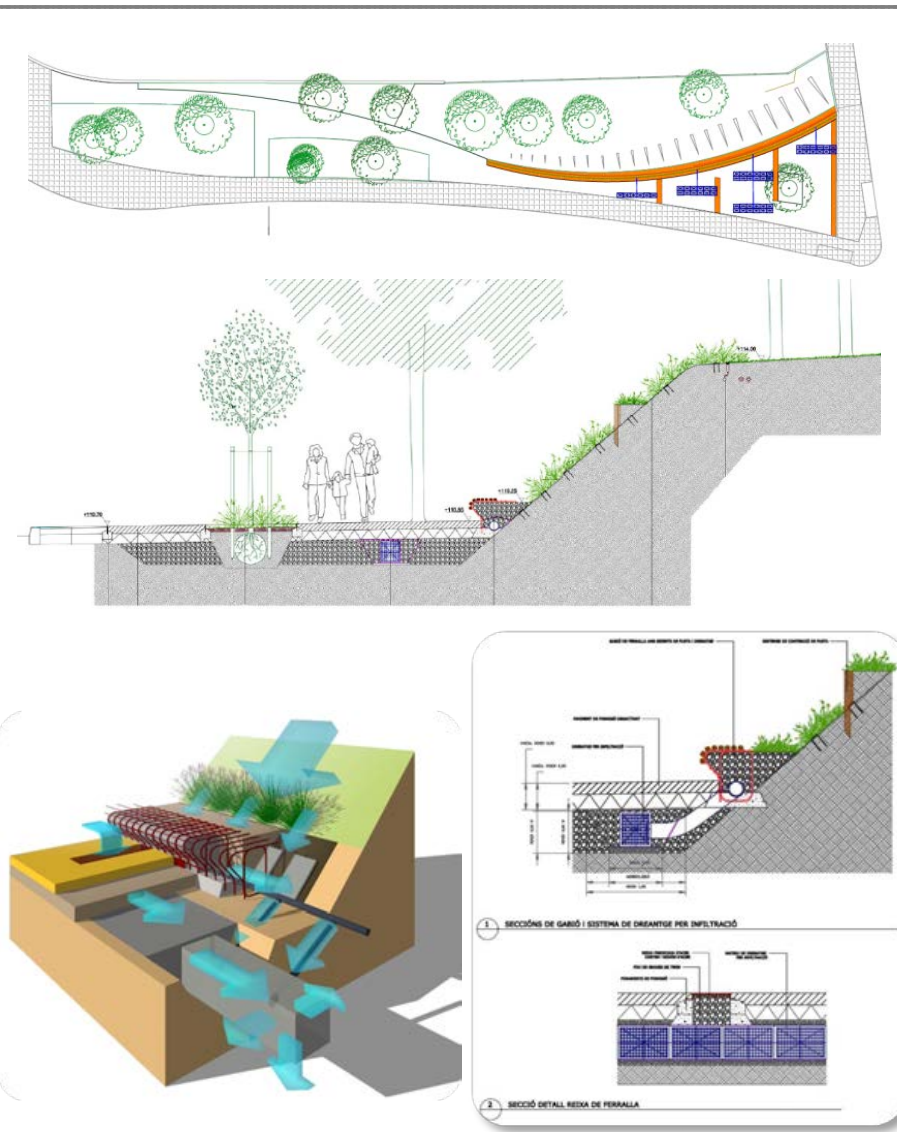
S'ha establert un protocol de manteniment específic?

No

Estat Previ:



Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



ESPAI: AMPLIACIÓ DEL PARC DEL PUTGET



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

L'espai annex al Parc del Putget era un terreny amb una forta pendent i escassa accessibilitat, que abocava l'aigua cap al carrer. La solució d'urbanització d'aquest espai va integrar els processos de drenatge en tots els seus aspectes: des de la creació de paviments drenants, la utilització de murs de gabions, la construcció de nombroses rases de graves i la construcció d'una xarxa de drenatge per infiltració que té la funció de limitar la velocitat de l'escorrentia a les pendents i la seva circulació incontrolada per les pendents de les àrees de plantació. El sistema està connectat per un sobreexidor al clavegueram de la ciutat. L'actuació de projecte es completà uns mesos després de l'inauguració del parc amb una rasa aigües a munt del cap del talús per evitar que les aigües plujanes provinents de la part alta del bosc arribin a la zona del talús. Aquesta rasa drenant està connectada a un pou de graves.

Referències addicionals als projectes:

Carballo-Pérez (2012), Carballo-Pérez (2015b), Carballo-Pérez (2016).

Nom Projecte: Ampliació del Parc del Putget

Districte: Sarrià - Sant Gervasi

Promotor: Ajuntament de Barcelona

Parcs i Jardins de Barcelona. Institut Municipal.

Any aprovació projecte: 2009

Any finalització construcció: 2011

Superfície d'actuació: 12.000 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?

No

Es disposa de dades de monitorització?

No

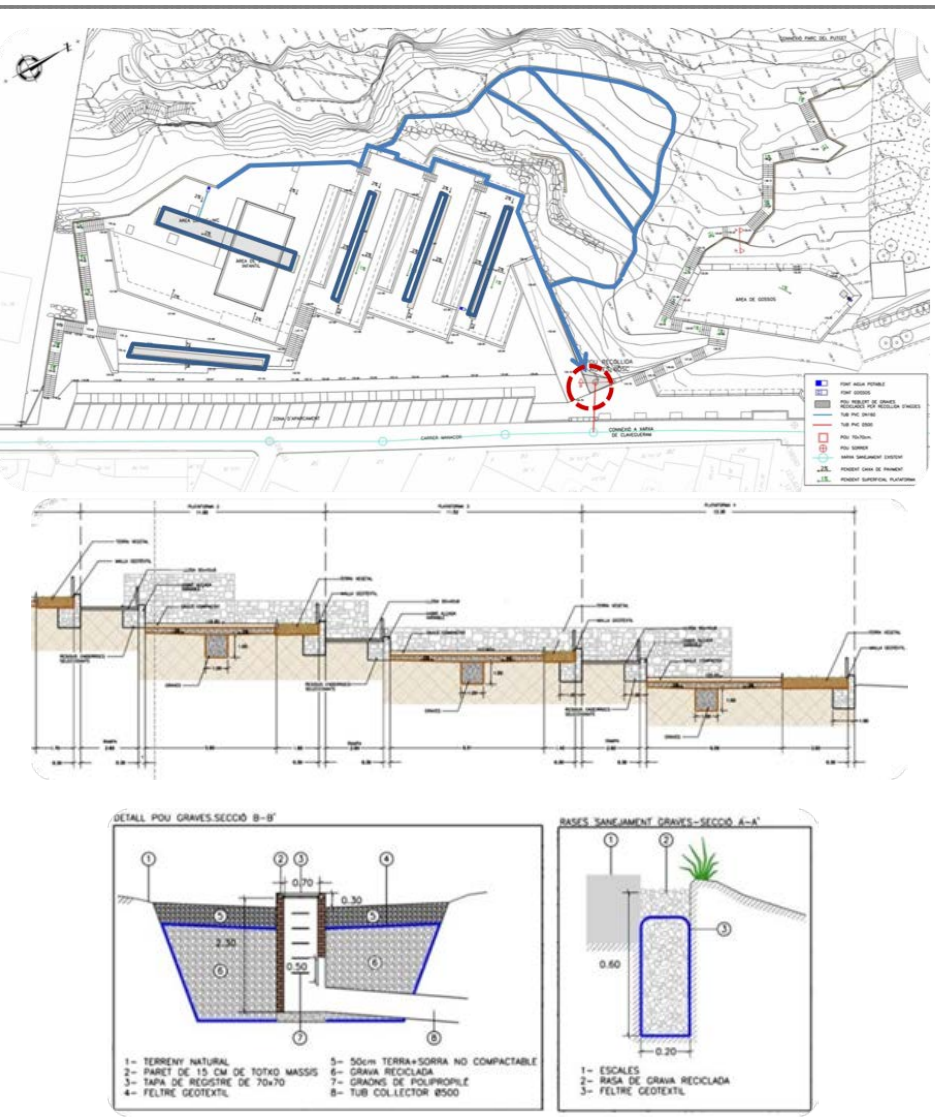
S'ha establert un protocol de manteniment específic?

No

Estat Previ:



Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



ESPAI: LA MARINA



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

Donat que el codi tècnic de l'edificació fixa que els edificis han de conduir les aigües negres separades de les pluvials, es planteja una gestió alternativa de les aigües pluvials en tot el Barri de la Marina que proposa recollir les aigües de pluja dels terrats i voreres i infiltrar-les en el terreny, en lloc d'abocar-les directament a la xarxa unitària de col·lectors. La gestió de l'aigua es realitza als parterres inundables, que compten amb pous d'infiltració i sobreixidors. En l'actualitat s'ha completat la construcció dels SUDS de la Fase 1A i del carrer Ulldecona (Fase 1B segregat 1), i està ja aprovat el projecte constructiu de les Fases 1B i 2A, on cadascun dels sectors assumeixi el cost econòmic d'aquesta instal·lació.

Referències addicionals als projectes:

Nom Projecte: Urbanització del PEI de La Marina

Districte: Sants-Montjuïc

Promotor: Ajuntament de Barcelona

Barcelona Gestió Urbanística, S.A.

Any aprovació projecte: 2012 (Fase 1A); 2014 (Fase 1B-2A)

Any finalització construcció: 2014 (Fase 1A); 2016 (Fase 1B-Segregat 1)

Superfície d'actuació: 615.000 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?

No

Es disposa de dades de monitorització?

No

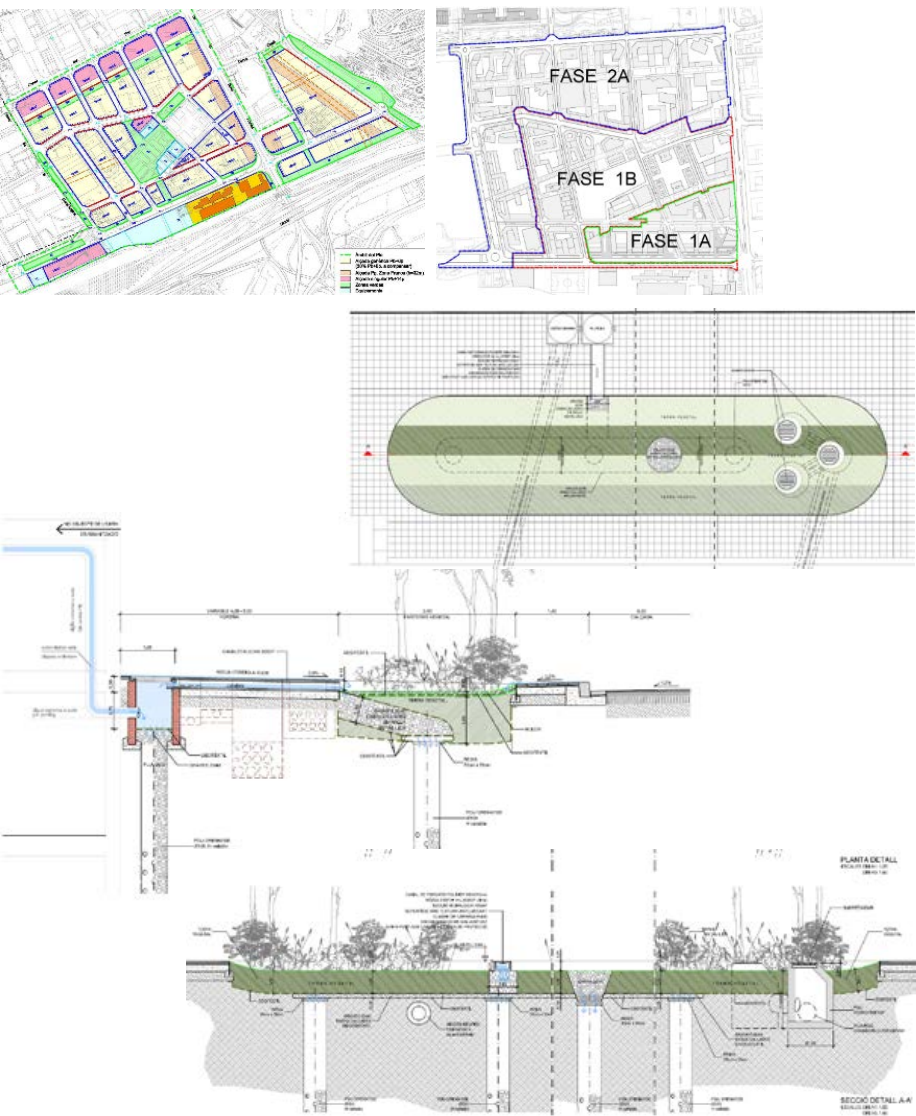
S'ha establert un protocol de manteniment específic?

No

Estat Previ:



Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



ESPAI: CAN CORTADA



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

S'ha dissenyat la xarxa de drenatges per tal de minimitzar l'aportació d'aigua plujana a la xarxa de clavegueram i contribuir a evitar la seva sobresaturació en episodis de fortes pluges, afavorint la infiltració d'aigua al terreny amb tots els avantatges que això comporta. L'escorrentia generada a les cobertes i a la urbanització es dirigeix cap a les zones de parterres inundables, que compten amb pous d'infiltració i sobreexidors que connecten els diferents parterres entre sí per regular els caudals abans de que es produeixi la infiltració al freàtic, i franges amb paviment permeable i sol estructural que uneix l'arbrat; de tal manera que només davant d'episodis de pluges de magnitud significativa es produeixi un desbordament cap a la xarxa de col·lectors unitària.

Referències addicionals als projectes:

Perales-Momparler i Soto-Fernández (2013); Soto-Fernández (2013 i 2016).

Nom Projecte: Projecte d'urbanització del P.M.U. per a l'ajust dels habitatges de l'avinguda de l'Estatut

Districte: Horta-Guinardó

Promotor: Ajuntament de Barcelona
Barcelona Gestió Urbanística, S.A.

Any aprovació projecte: 2012

Any finalització construcció: 2014

Superfície d'actuació: 26.400 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de dades de monitorització?

No

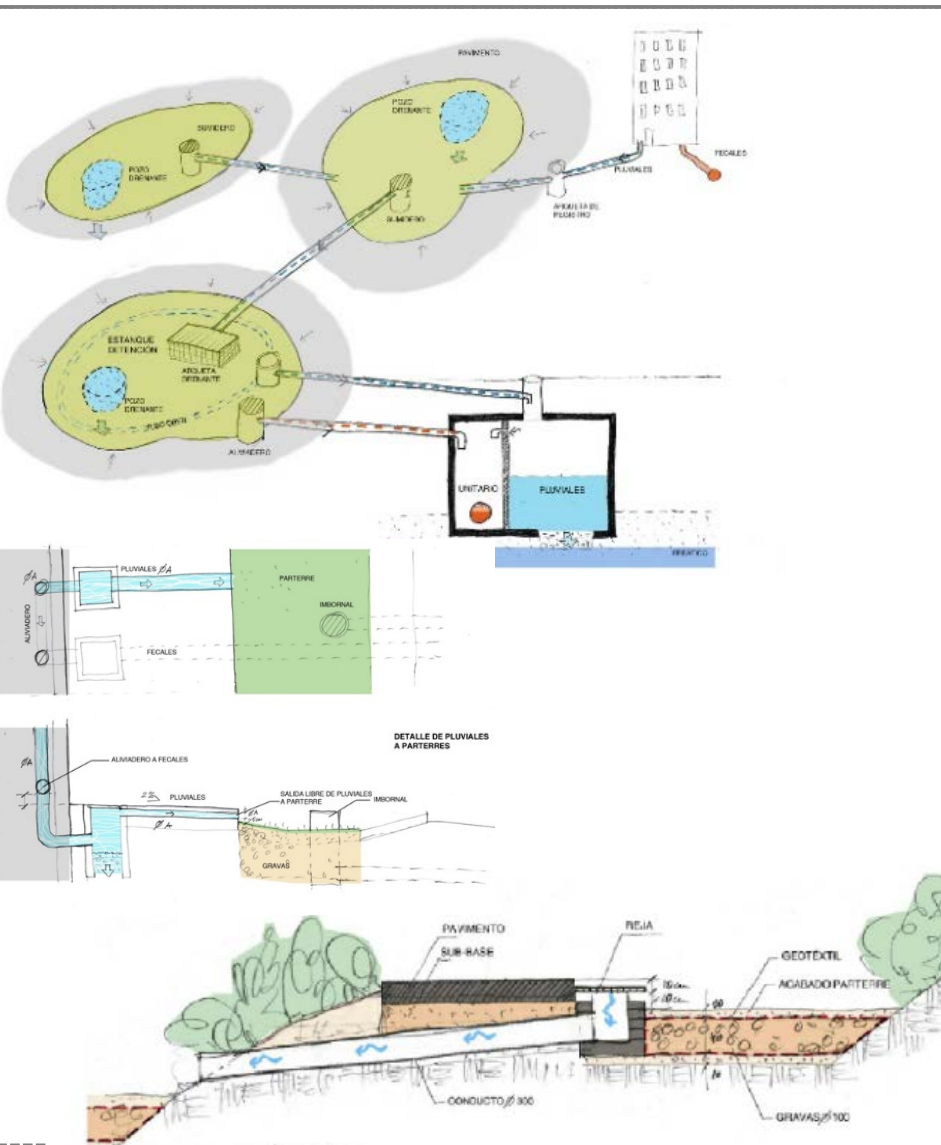
S'ha establert un protocol de manteniment específic?

No

Estat Previ:



Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



ESPAI: JARDINS DE CAN MANTEGA



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

El paviment per a les zones de pas del parc és de sauló estabilitzat amb Stabilizer en una capa de 5 cm sobre 3 cm de tot-u compactat al 98%PM. El sistema de drenatge es construeix per sota, i consta de rases d'infiltració construïdes amb cel·les estructurals de polipropilè, envoltades d'un geotèxtil permeable i cobertes amb sorra de riu. Alguns trams de rases s'instal·laran en forma de dipòsit lineal aprofitant la separació entre els parterres i el sauló. El volum d'acumulació en les cel·les s'estima en 40 m³, al que cap afegir la capacitat d'emmagatzematge de la sorra, obtenint un volum total de 90 m³.

Referències addicionals als projectes:

Carballo-Pérez (2015b), Carballo-Pérez (2016).

Nom Projecte: Millora dels Jardins Can Mantega

Districte: Sants-Montjuïc

Promotor: Ajuntament de Barcelona

Parcs i Jardins de Barcelona. Institut Municipal.

Any aprovació projecte: 2014

Any finalització construcció: 2016

Superfície d'actuació: 8.500 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?

No

Es disposa de dades de monitorització?

No

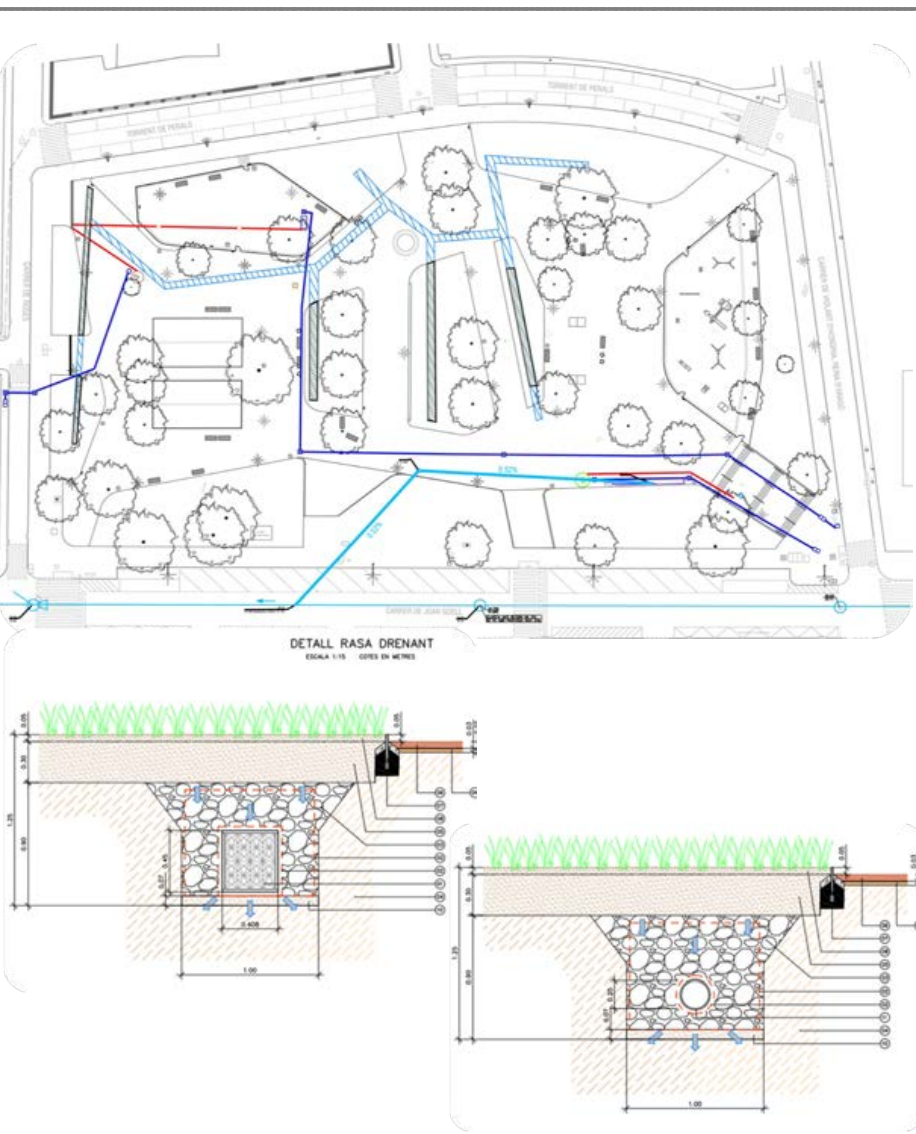
S'ha establert un protocol de manteniment específic?

No

Estat Previ:



Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



ESPAI: BON PASTOR



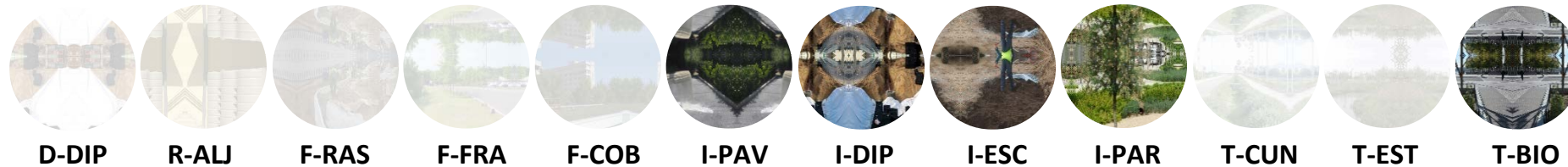
Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

Les aigües pluvials provinents de la xarxa separativa dels edificis de nova construcció i de la major part de la superfície de voreres, espais de vianants i vials, es dirigeixen cap a parterres inundables on l'aigua s'evacuarà per processos d'infiltració al terreny, evaporació i evapotranspiració. Sols en casos de pluges significatives es produirà un sobreiximent cap a la xarxa de clavegueram. A més a més s'han utilitzat altres tipus de SUDS, com franges de biorretencció i escocells d'infiltració al carrer de Biosca. S'aprofita la permeabilitat del terreny del barri de Bon Pastor per donar continuïtat a la xarxa separativa d'evacuació d'aigües residuals i pluvials imposada pel Codi Tècnic de l'Edificació i a l'hora contribuir al bon funcionament del sistema de sanejament i drenatge de la ciutat.

Referències addicionals als projectes:

Soto-Fernández (2013 i 2016).

Nom Projecte: Projecte d'urbanització del barri de Bon Pastor.
Fase E.

Districte: Sant Andreu

Promotor: Ajuntament de Barcelona
Barcelona Gestió Urbanística, S.A.

Any aprovació projecte: 2015

Any finalització construcció: 2016

Superfície d'actuació: 12.325 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de dades de monitorització?

No

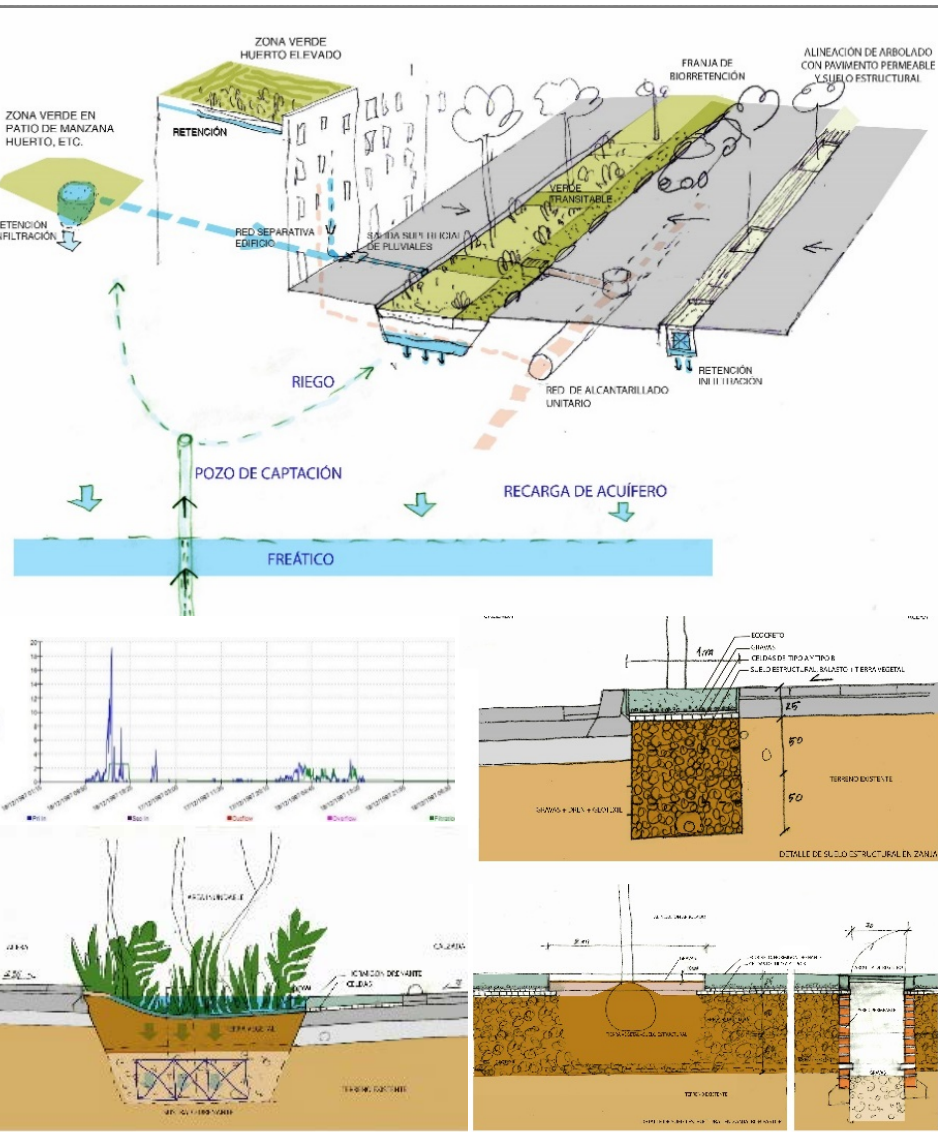
S'ha establert un protocol de manteniment específic?

No

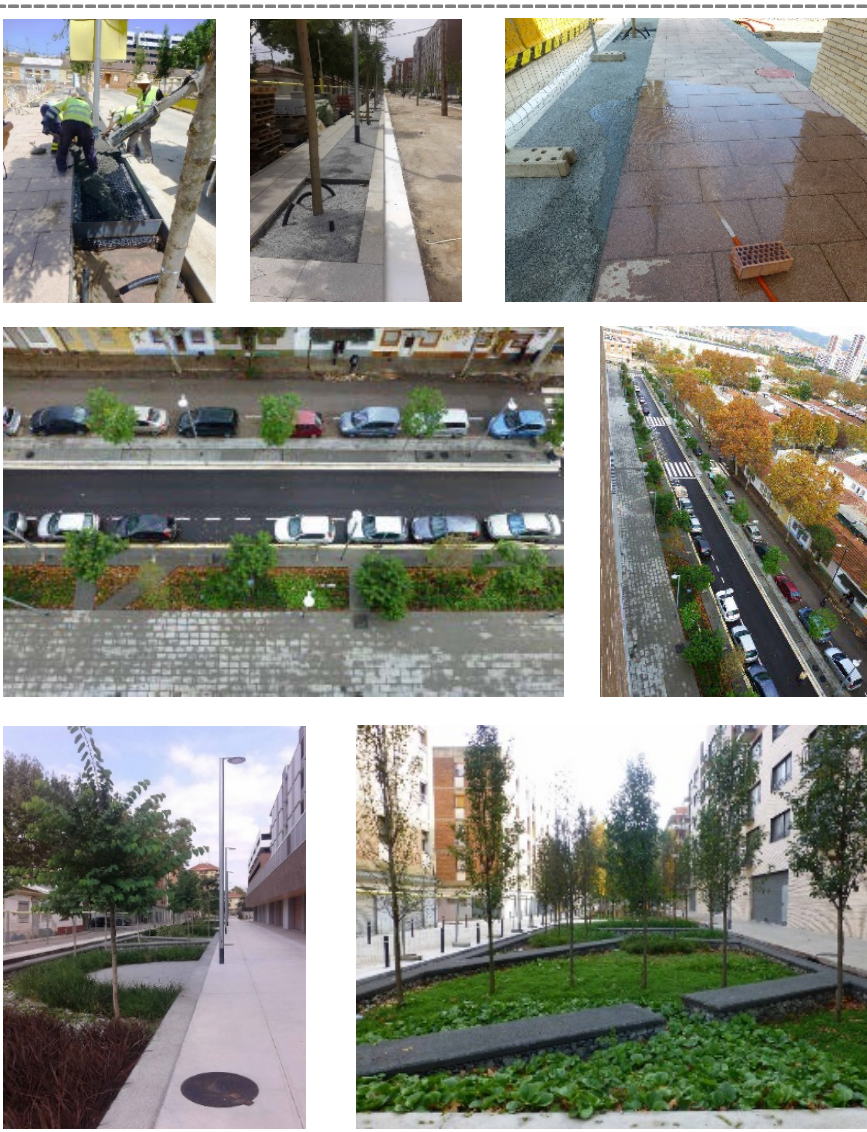
Estat Previ:



Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



ESPAI: PLAÇA DE LES DONES DE NOU BARRIS



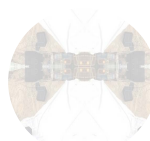
Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS emprats:



D-DIP



R-ALJ



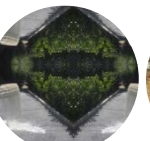
F-RAS



F-FRA



F-COB



I-PAV



I-DIP



I-ESC



I-PAR



T-CUN



T-EST



T-BIO

Descripció:

Les aigües pluvials provinents de la superfície de voreres i calçada, es dirigeixen cap a parterres de biorretenció inundables i escocells lineals d'infiltració amb paviment permeable on l'aigua s'evacuarà per processos d'infiltració al terreny, evaporació i evapotranspiració. En les àrees de biorretenció hi ha una sèrie de petits dipòsits subjacents intermitents que afavoreixen l'acumulació d'un gran volum d'aigua abans que es produeixi la infiltració. Sols en casos de pluges significatives es produirà un sobreiximent cap a la xarxa de clavegueram.

Encara que la permeabilitat del terreny del barri de Roquetes no és molt elevada, s'aprofita la situació per provar una nova configuració de SUDS i gestionar l'escorrentia pluvial fora dels sistemes unitaris.

Referències addicionals als projectes:

Nom Projecte: Projecte d'urbanització de la plaça de les Dones de Nou Barris

Districte: Nou Barris

Promotor: Ajuntament de Barcelona
Barcelona Gestió Urbanística, S.A.

Any aprovació projecte: 2015

Any finalització construcció: 2017

Superfície d'actuació: 12.325 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?

Sí

Es disposa de dades de monitorització?

No

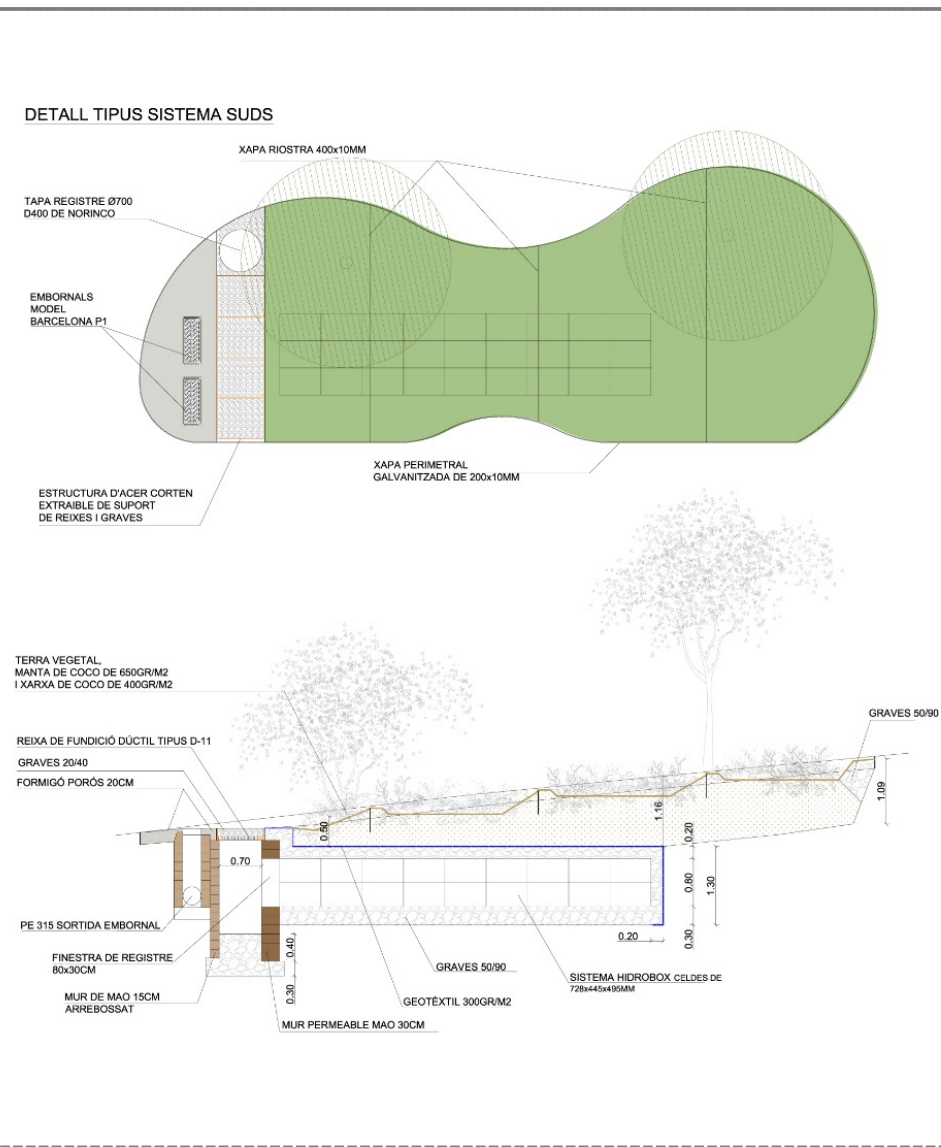
S'ha establert un protocol de manteniment específic?

No

Estat Previ:



Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



ESPAI: PLAÇA DE LES GLÒRIES



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS emprats:



Descripció:

El projecte maximitza la infiltració de l'aigua de pluja en el terreny. Aquesta es produeix de manera natural i difosa a les amplies zones verdes del parc i de manera més intensa en els indrets plantats específicament destinats a laminació, drenatge i infiltració d'aigua de pluja: els nodes de biodiversitat i els jardins de pluja. Aquestes àrees reben l'aigua d'escorrentia dels paviments del seu voltant (excepte aquells pels que circulin vehicles), de vegades emprant rases d'infiltració o canalitzacions tradicionals. També compta amb un Jardí Filtrant connectat a un dipòsit d'infiltració que permet retornar l'excés d'aigua a l'aqüífer. Tota la xarxa de drenatge sostenible del parc, tindrà una connexió de seguretat a la xarxa de drenatge convencional (clavegueram).

Referències addicionals als projectes:

<http://ajuntament.barcelona.cat/glories/fases/>

Nom Projecte: Canòpia Urbana. Plaça de les Glòries.

Districte: Sant Martí

Promotor: Ajuntament de Barcelona

Any aprovació projecte: 2016

Any finalització construcció: En construcció

Superfície d'actuació: 130.000 m²

Es disposa de projecte d'execució amb càlcul de drenatge?

No

Es disposa de projecte As Built amb càlcul de drenatge?

No

Es disposa de dades de monitorització?

No

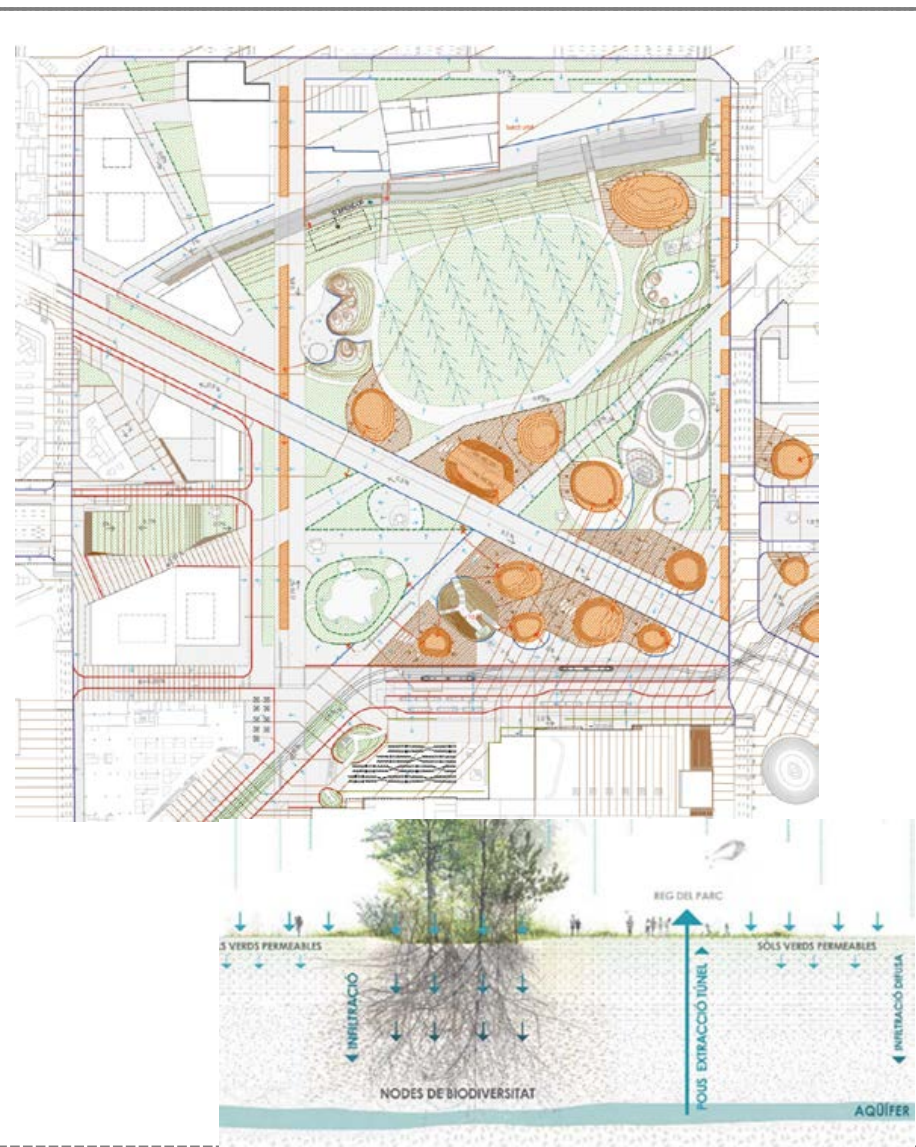
S'ha establert un protocol de manteniment específic?

No

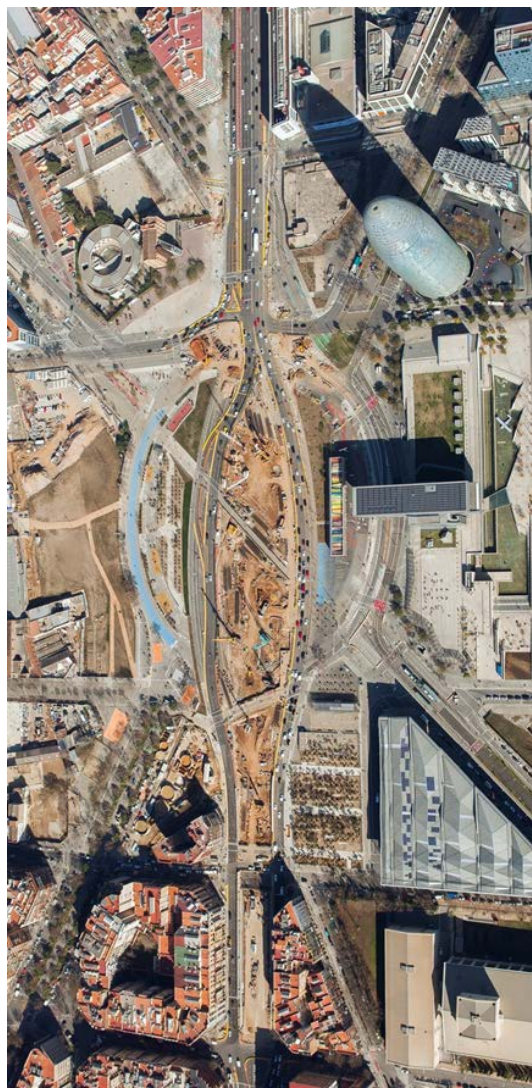
Estat Previ:



Plànols i esquemes:



Construcció i estat actual:



ANNEX 4: FITXES D'UNITAT D'ACTUACIÓ VALORADES

VIA TIPUS: CARRER DE LA RIERA ALTA



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS proposats:



Descripció:

En la vorera més ampla, es proposa la construcció intermitent de franges de biorretenció de 5 m de llargària i 1 m d'ample en alineació d'arbrat, amb una franja de pas d'1,5 m, per gestionar l'escorriment de la vorera i de la meitat del viari. També es proposa el canvi de costat de la franja d'aparcament, per fer-la coincidir amb la vorera estreta, i que en ella es gestioni l'escorriment d'aigua meitat amb una franja de paviment permeable d'ample 2 m. Aquesta proposta compta amb 0,54 m³ de potencial acumulació d'aigua de pluja addicional al volum requerit per gestionar el volum V_{80} (1,19 m³), i és compatible amb Lara *et al.* (2016).

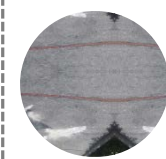
Presupost de rehabilitació urbana:

Per cada 6,5 m de carrer: I-PAV: 1utx2mx6,5mx65,16€/m²= 847,14 €; T-BIO: 1utx1mx5mx185,99€/m²= 929,93 €; TOTAL = 1.777,07 €

Referències:

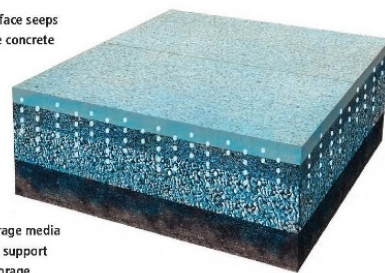
City of Philadelphia (2014); Lara *et al.* (2016).

Esquemes tipus dels SUDS:



I-PAV

Permeable Concrete
Stormwater on surface seeps
through permeable concrete



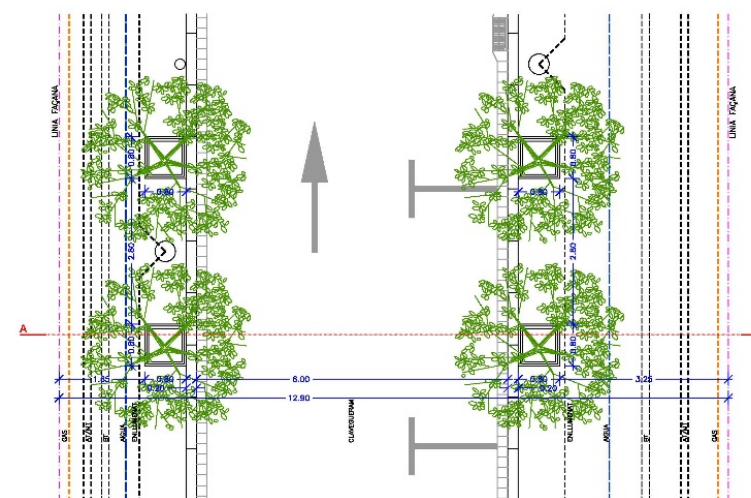
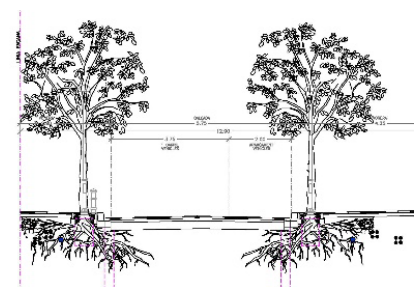
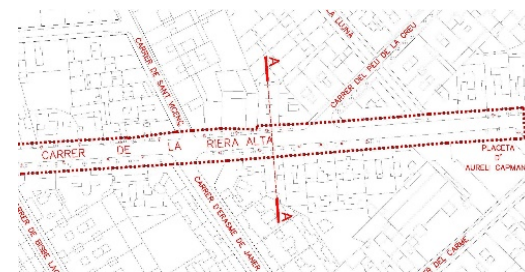
Stone or other storage media
provides structural support
and stormwater storage



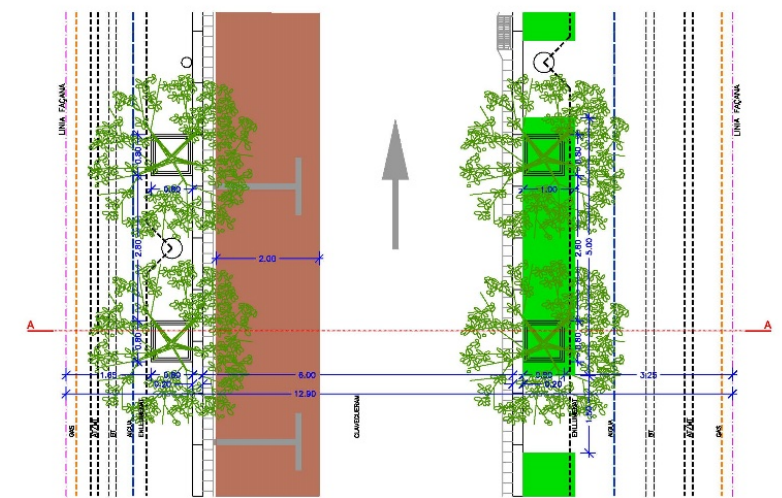
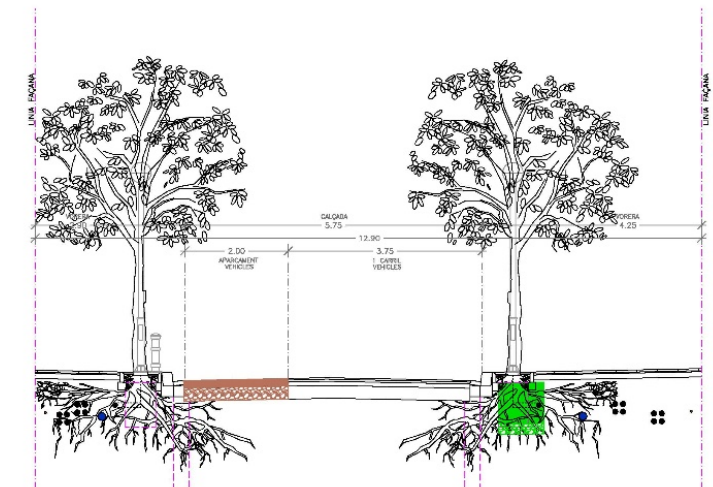
T-BIO



Estat actual:



Proposta:



TIPUS: CARRER NÀPOLS (OPCIÓ 1)



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS proposats:



Descripció:

Es proposa la construcció intermitent de parterres inundables de 3,3 m de llargària i 1 m d'ample en alineació d'arbrat, amb una franja de pas d'1,4 m, per gestionar l'escorriment de les voreres. En les franges d'aparcament d'ample 2 m es proposa paviment permeable per gestionar l'escorriment del viari. Aquesta proposta compta amb 0,79 m³ de potencial acumulació d'aigua de pluja addicional al volum requerit per gestionar el volum V_{80} (1,14 m³), i és compatible amb la presentada en Lara *et al.* (2016).

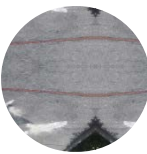
Presupost de rehabilitació urbana:

Per cada 8 m de carrer: I-PAV: 2utx2mx8mx65,16€/m²= 2.085,27 €; I-PAR: 4utx1mx3,3mx114,94€/m²= 1.517,18 €; TOTAL = 3.602,45 €

Referències:

City of Philadelphia (2014); Lara *et al.* (2016).

Esquemes tipus dels SUDS:



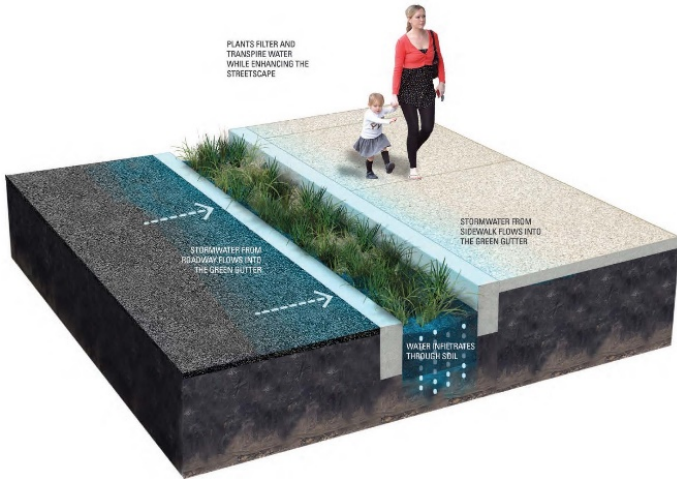
Permeable Concrete
Stormwater on surface seeps through permeable concrete

I-PAV

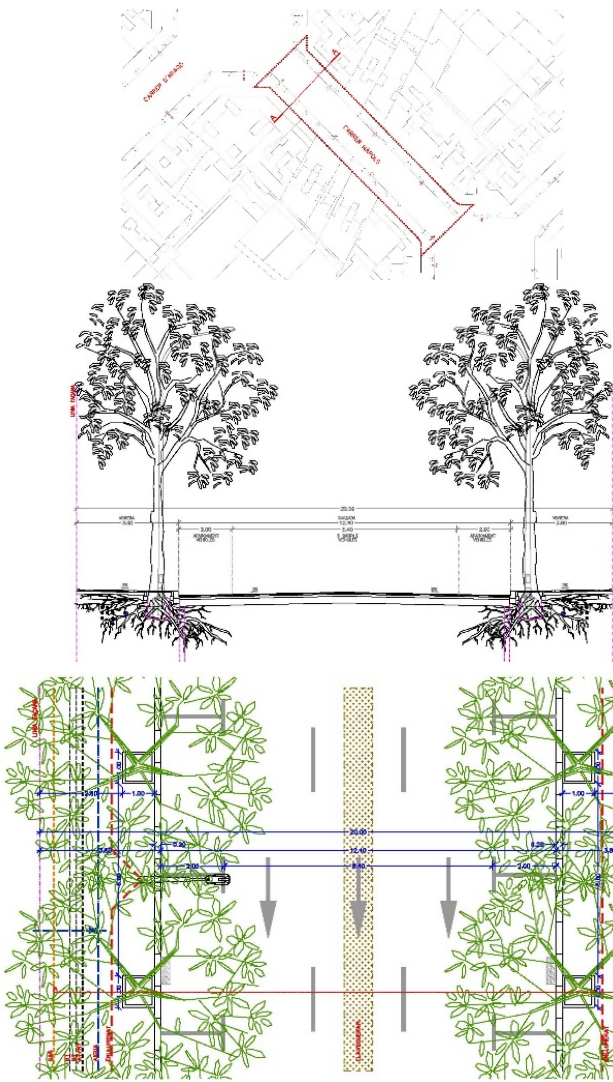
Stone or other storage media provides structural support and stormwater storage



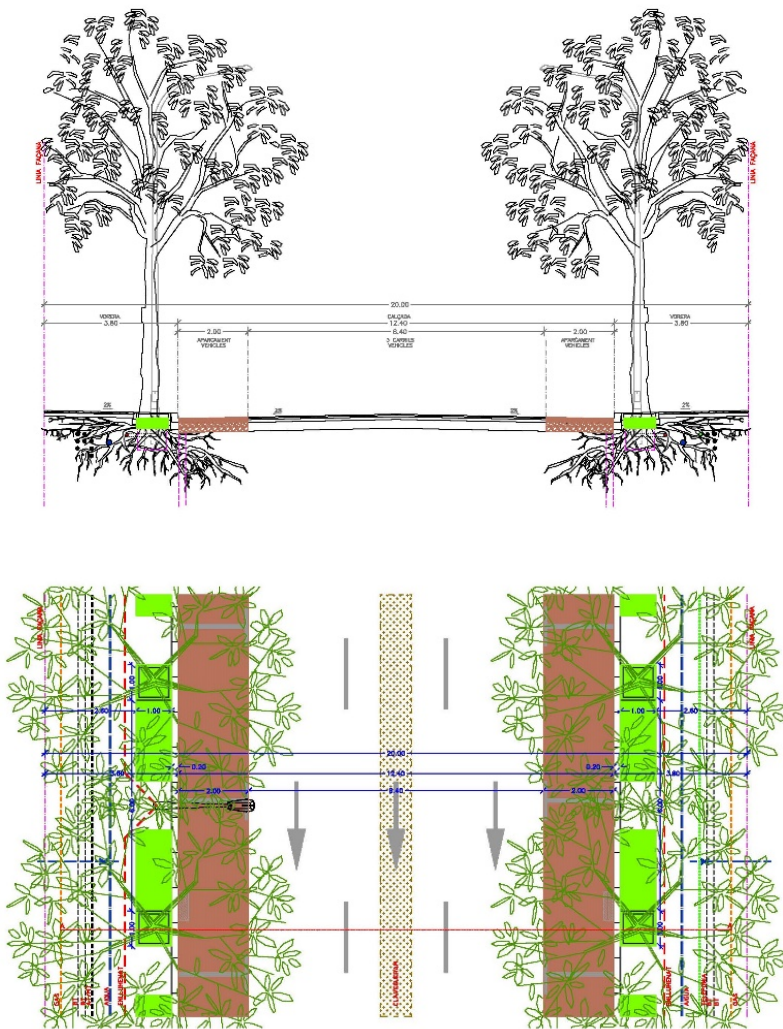
I-PAR



Estat actual:



Proposta:



VIA TIPUS: CARRER NÀPOLS (OPCIÓ 2)



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS proposats:



Descripció:

Es proposa la construcció intermitent de franges de biorretenció de 4,95 m de llargària i 3,2 m d'ample en franja d'aparcament i alineació d'arbrat, per gestionar l'escorriment de la vorera i de la meitat del viari.

Aquesta proposta compta amb 0,21 m³ de potencial acumulació d'aigua de pluja addicional al volum requerit per gestionar el volum V_{80} (2,14 m³), i és compatible amb la presentada en Lara *et al.* (2016).

Presupost de rehabilitació urbana:

Per cada 15 m de carrer: T-BIO: 2utx3,2mx4,95mx185,99€/m²= 5.892,05 €.; TOTAL = 5.892,05 €

Referències:

City of Philadelphia (2014); Lara *et al.* (2016).

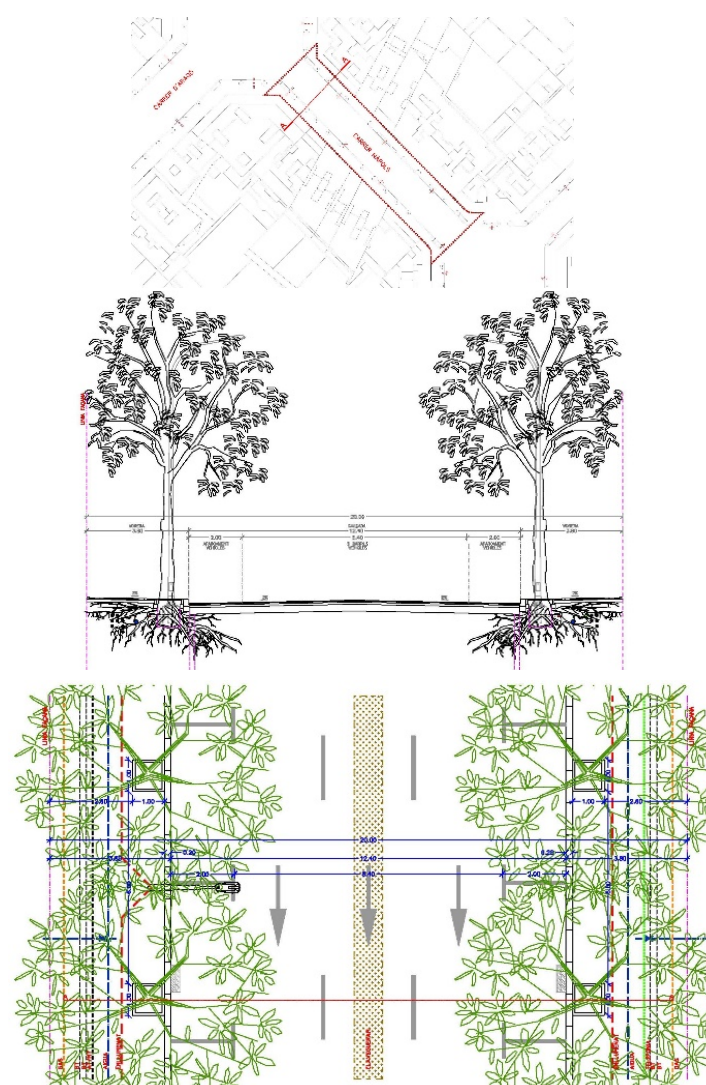
Esquemes tipus dels SUDS:



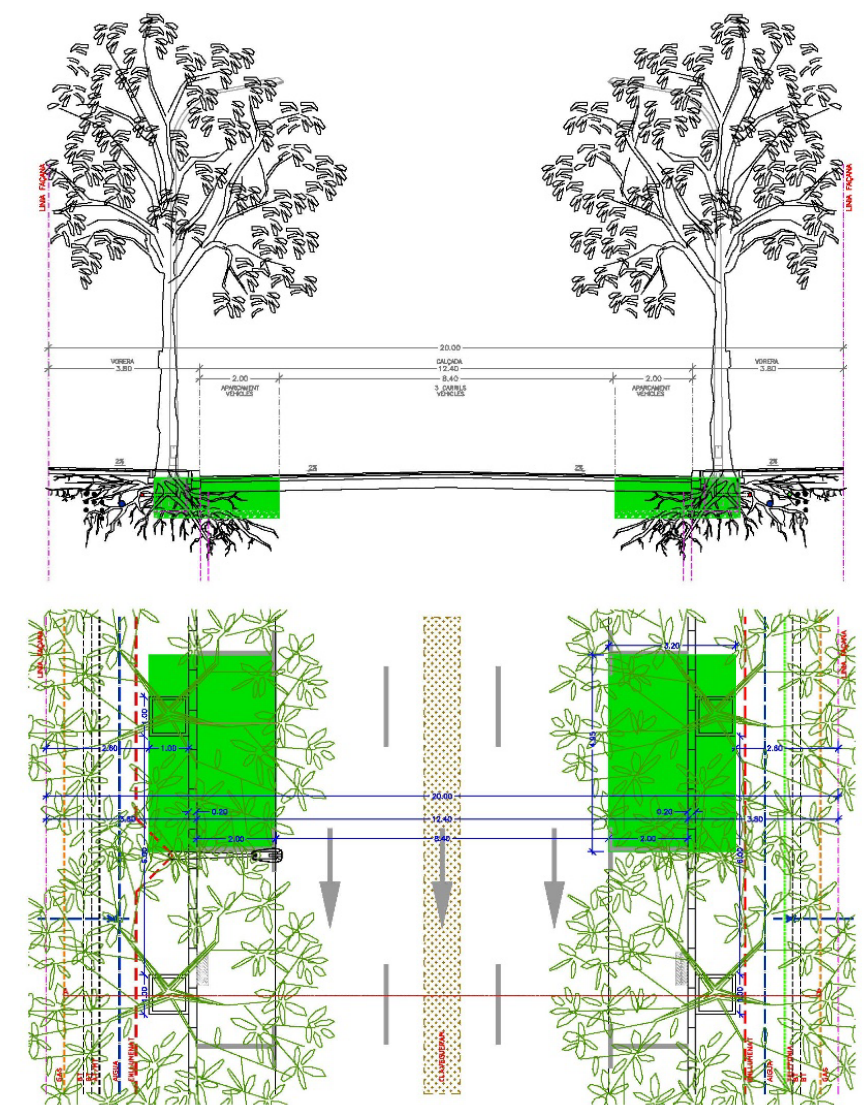
T-BIO



Estat actual:



Proposta:



VIA TIPUS: GRAN VIA DE LES CORTS CATALANES



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS proposats:



D-PAR



R-ALJ



F-RAS



F-FRA



F-COB



I-PAV



I-DIP



I-SOL



I-PAR



T-CUN



T-EST



T-BIO

Descripció:

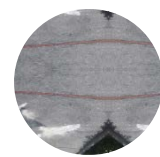
Es proposa dedicar un carril de la calçada lateral a bicicletes, d'ample 2,5 m, utilitzant paviment permeable per a drenar eixa calçada i la vorera (caldrà canviar el pendent del carril per a vehicles). Per a la mitjana es proposa utilitzar paviment permeable per autogestionar la seva escorrentia, i la construcció intermitent de franges de biorretenció d'11 m de llargària i 1,5 m d'ample en alineació d'arbrat interior, amb una franja de pas de 5 m, per gestionar l'escorrentia del viari central. Aquesta proposta compta amb 5,17 m³ de potencial acumulació d'aigua de pluja addicional al volum requerit per gestionar el volum V_{80} (5,43 m³), i és compatible amb Lara *et al.* (2016).

Presupost de rehabilitació urbana:

Per cada 16 m: I-PAV: $2 \text{ utx} 7,3 \text{ m} \times 16 \text{ m} \times 57,56 \text{ €/m}^2 + 2 \text{ utx} 2,5 \text{ m} \times 16 \text{ m} \times 65,16 \text{ €/m}^2 = 18.659,53 \text{ €}$; T-BIO: $2 \text{ utx} 1,5 \text{ m} \times 11 \text{ m} \times 185,99 \text{ €/m}^2 = 6.137,55 \text{ €}$; TOTAL = 24.797,08 €

Referències: City of Philadelphia (2014); Lara *et al.* (2016).

Esquemes tipus dels SUDS:



I-PAV

Permeable Concrete
Stormwater on surface seeps through permeable concrete



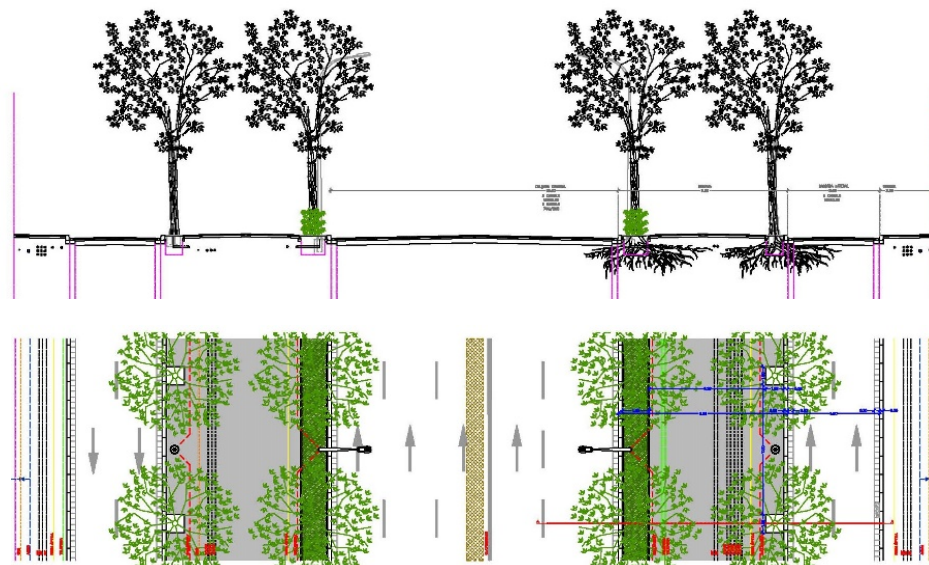
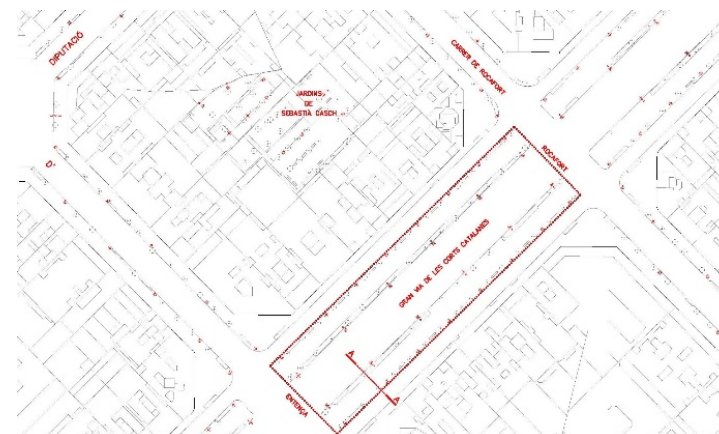
Stone or other storage media provides structural support and stormwater storage



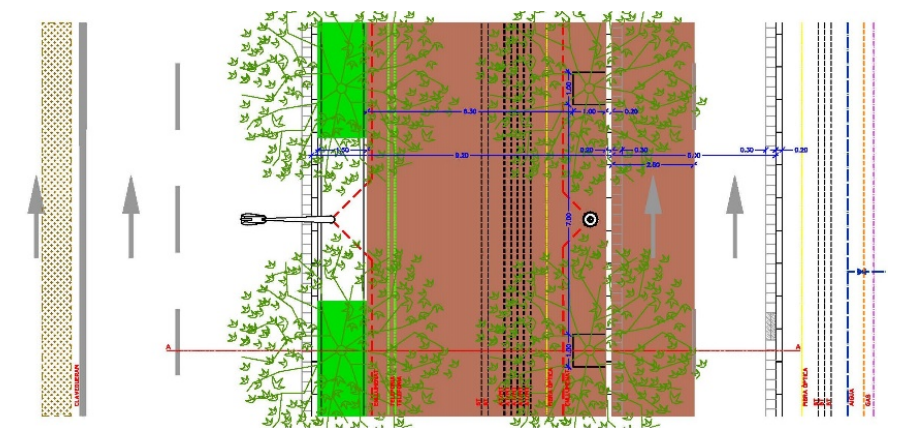
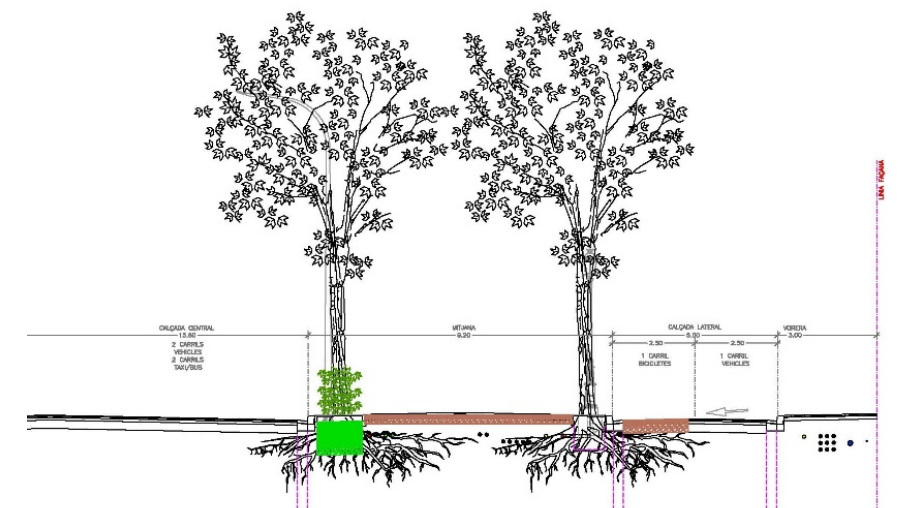
T-IO



Estat actual:



Proposta:



VIA TIPUS: PLAÇA GOYA



Ajuntament
de Barcelona



Green Blue Management



Tipus de SUDS proposats:



Descripció:

Es proposa la construcció de parterres inundables, un al centre de la plaça i vuit petites àrees disseminades. Addicionalment es planteja canviar tot el paviment per formigó porós. Cada element és capaç de gestionar la pròpia escorrentia, pel que s'obtenrien 44,44 m³ de potencial acumulació d'aigua de pluja addicional al volum requerit per gestionar el volum V_{80} (13,68 m³). Per tant, l'àrea de paviment permeable podria reduir-se considerablement si no es pensa en una renovació total de la plaça. Aquesta proposta és compatible amb la presentada en Lara *et al.* (2016).

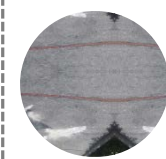
Presupost:

Per a la plaça: I-PAV: 1utx945,50m²x57,56€/m²= 54.194,10 €; I-PAR: (45,70+37,50)m²x114,94€/m²= 9.907,64 €; TOTAL = 64.101,74 €

Referències:

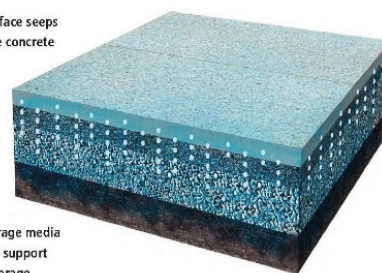
City of Philadelphia (2014); Lara *et al.* (2016).

Esquemes tipus dels SUDS:



I-PAV

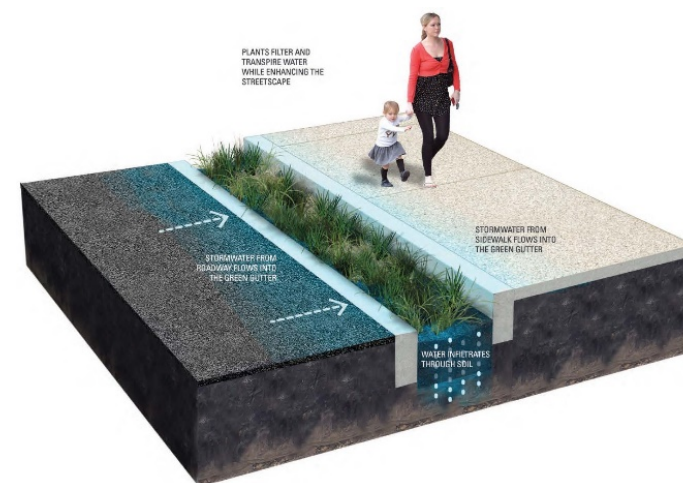
Permeable Concrete
Stormwater on surface seeps through permeable concrete



Stone or other storage media provides structural support and stormwater storage



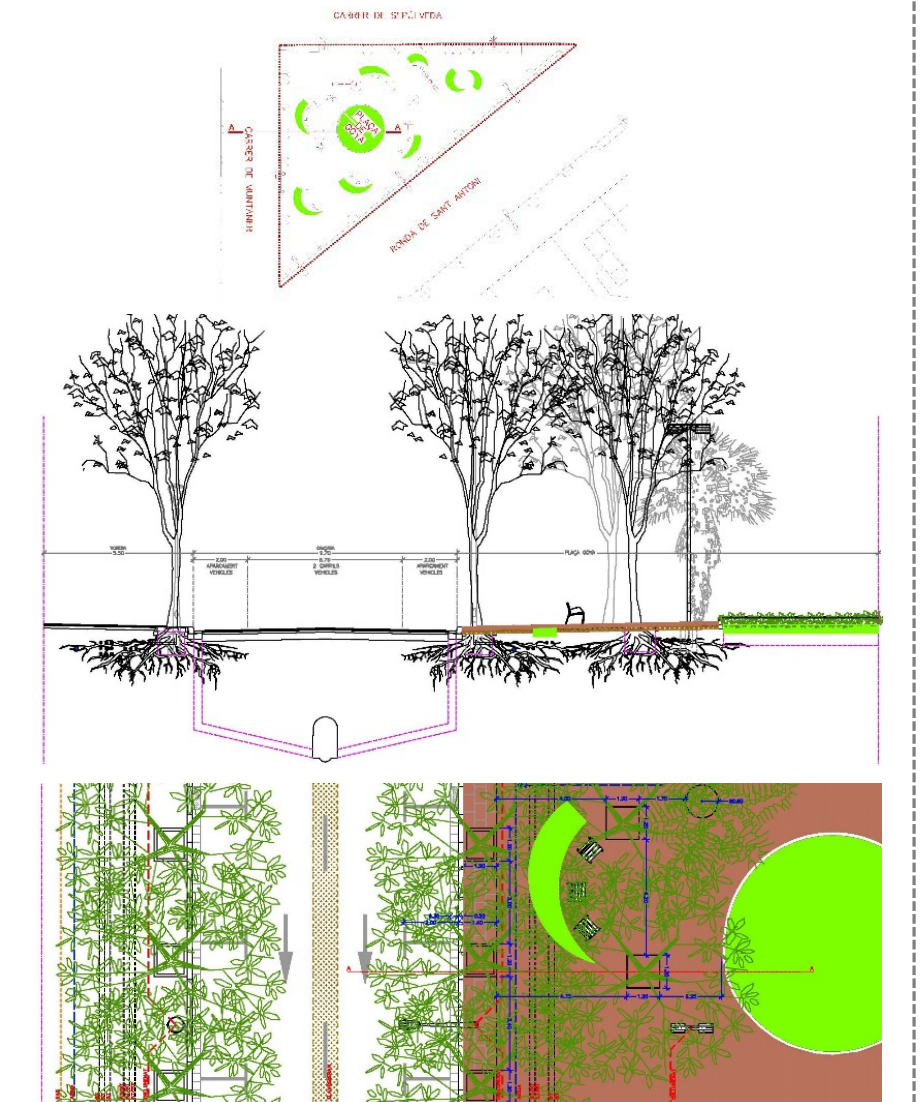
I-PAR



Estat actual:



Proposta:



ANNEX 5: FITXES DE NECESSITATS DE MANTENIMENT DE LES TIPOLOGIES PROPOSTES

Les següents taules mostren les operacions de manteniments dels tipus de SUDS proposats al capítol 6, gran part de les quals concedeix amb les tasques de manteniment habituals d'un espai verd o paviment convencional (marcades amb el color verd a les taules), mentre altres són necessàries per ser àrees de gestió d'aigües d'escorriment urbà (marcades amb el color blau).

Paviments permeables (I-PAV)	
Accions	Freqüència habitual
Manteniment periòdic	
● Escombratge i aspiració estàndard	Semestralment (a la primavera i tardor)
Manteniment ocasional	
● Remoció de mala herba	Quan sigui necessari (anualment)
Manteniment correctiu	
● Correcció de nivells de terra vegetal de superfícies adjacents perquè es mantingui almenys 50 mm per sota del nivell del paviment	Quan sigui necessari (trienalment)
● Reposició de llambordes trencades o recol·locació de llambordes descol·locades, o reparació d'esquerdes en paviments continus danyats que afectin a la funció estructural del ferm o suposin un risc per als ciutadans, i farcit de juntes	Quan sigui necessari (cinquenalment)
● Rehabilitació de la superfície i la part superior de la sub-estructura mitjançant aspiració en profunditat	Cada 10-15 anys o quan sigui necessari, si s'ha reduït la permeabilitat significativament per colmatació
Inspecció	
● Inspecció inicial	Mensual durant els 3 primers mesos després de la seva instal·lació
● Revisió ordinària per detectar zones colmatades o creixement de mala herba	Trimestralment i després de fortes pluges
● Inspecció tècnica de l'arqueta de monitorització i per determinar la freqüència d'acumulació de sediments amb la finalitat d'establir la freqüència d'escombrat-aspiració necessària	Anualment
● Inspecció tècnica per a realització d'assaig de permeabilitat	Anualment (a l'hivern)

Franges de biorretenció (T-BIO)	
Accions	Freqüència habitual
Manteniment periòdic	
● Reg	Segons necessitat
● Remoció de sediments, escombraries i males herbes de la superfície	Trimestralment (o amb més freqüència per raons estètiques i de neteja)
Manteniment ocasional	
● Reposició de vegetació per mantenir la densitat de plantació	Quan sigui necessari (anualment)
● Remoció de sediments i escombraries acumulats a l'entrada	Quan sigui necessari (trimestralment)
● Eliminar acumulacions de sediments (>10 cm), escarificar la superfície i replenar amb substrat i encoixinament orgànic	Quan sigui necessari (cinquenalment)
● Restauració de zones erosionades i millora de la protecció contra l'erosió	Quan sigui necessari (cinquenalment)
Manteniment correctiu	
● Reposició de dany causat deliberada o fortuïtament	Quan sigui necessari (cinquenalment)
● Restituir el substrat, l'encoixinament i la vegetació	Quan sigui necessari, però previsiblement > 20 anys
Inspecció	
● Revisió ordinària per detectar acumulació de sediments, entollaments, densitat de plantació, plantes en mal estat o creixement de mala herba	Trimestralment
● Revisió ordinària d'estructures d'entrada i sortida a la recerca de possibles obstruccions	Trimestralment
● Inspecció tècnica de la superfície d'infiltració i avaluació del temps de buidatge a la base (dren si és el cas) per determinar necessitats de manteniment	Anualment i després de fortes pluges
● Inspecció tècnica per a realització d'assaig de permeabilitat	Cinquenalment

Parterres inundables (I/D-PAR)	
Accions	Freqüència habitual
Manteniment periòdic	
● Reg	Segons necessitat
● Remoció de sediments i escombraries	Mensualment
● Tallar l'herba a les zones verdes condicionades i en les rutes d'accés	Mensualment (durant la temporada de creixement) o quan sigui necessari
● Control de males herbes i espècies no desitjades	Semestralment
● Segar i podar la vegetació natural dintre i al voltant de la zona d'infiltració	Semestralment (a la primavera abans de la temporada d'anidament i tardor)
● Gestió de la vegetació i remoció de plantes no desitjades	Mensualment a l'inici i després quan sigui necessari
Manteniment ocasional	
● Eliminar el sediment dels sistemes de pre-tractament quan es trobin plens al 50%	Quan sigui necessari (trimestralment)
● Resembrar àrees amb poc creixement vegetatiu	Anualment (o quan sigui necessari)
● Podar els arbres	Quan sigui necessari (anualment)
Manteniment correctiu	
● Reparació de l'erosió i altres danys deguts a la resembra o la replantació	Quan sigui necessari (trienalment)
● Reparació o rehabilitació de les estructures d'entrada i eixida	Quan sigui necessari (cinquenalment)
● Rehabilitar les superfícies d'infiltració utilitzant tècniques d'escarificació si la capacitat d'infiltració disminueix	Quan sigui necessari (cinquenalment)
● Anivellar superfícies irregulars i restaurar la topografia de disseny	Quan sigui necessari (cinquenalment)
Inspecció	
● Revisió ordinària d'estructures d'entrada, eixida i sobreixidors a la recerca de possibles obstruccions	Mensualment
● Revisió ordinària dels talusos de la zona d'infiltració, les estructures, les conduccions, etc. a la recerca de possibles danys	Mensualment
● Revisió ordinària de les superfícies d'infiltració buscant possibles zones compactades i entollaments	Mensualment i després de fortes pluges
● Inspecció tècnica de les estructures d'entrada i els sistemes de pretractament per analitzar l'acumulació de sediments i establir la freqüència necessària per a la seva eliminació	Semestralment

ANNEX 6: DADES UTILITZADES EN L'ANÀLISI MULTICRITERI

ANNEX 6.1. DADES DEL CAPÍTOL 6

Paviment permeable (Vianants)

Es pren com a superfície tipus la proposada per a la Gran Via de les Corts Catalanes, de 116,80 m².

Cost construcció Paviment Permeable (Vianants)									
Unitats	Descripció	nº	a	b	h	Amidament	Preu unitari	Referència	Import
m²	DEMOLICIÓ DE PAVIMENT DE PANOTS COL-LOCATS SOBRE FORMIGÓ, DE FINS A 20 CM DE GRUIX I FINS A 2 M D'AMPLÀRIA, AMB COMPRESSOR I CÀRREGA SOBRE CAMIÓ	7,30	16,00			116,80	5,86 €	(4)	684,45 €
m³	EXCAVACIÓ DE RASA, EN TERRENY NO CLASSIFICAT, INCLOSES PART PROPORCIONAL D'EXCAVACIÓ EN ROCA I TALL PRÈVI EN TALUSSOS, ENTIBACIONS I ESGOTAMENTS	7,30	16,00	0,29		33,87	6,86 €	(1)	232,36 €
m³	CÀRREGA AMB MITJANS MECÀNICS I TRANSPORT DE TERRES A INSTAL·LACIÓ AUTORITZADA DE GESTIÓ DE RESI-DUS, AMB CONTENIDOR DE 5 M³ DE CAPACITAT	7,30	16,00	0,43		50,22	26,40 €	(4)	1.325,91 €
m²	LÀMINA SEPARADORA DE GEOTÈXTIL 'POLYFERLT TS 20' O SUPERIOR, COL-LOCADA	1,1		125,76		138,34	1,79 €	(2)	247,62 €
m³	SUBMINISTRAMENT DE GRAVES DE PEDRERA, PER A BASE DE PAVIMENT PERMEABLE, SENSE FINS, DE GRANULOMETRIA DE 4 MM A 20 MM, COMPACTADES AL 98% PM.	7,30	16,00	0,30		35,04	14,60 €	(2)	511,58 €
m²	PAVIMENT CONTINU PORÓS DE FORMIGÓ PER A VIANANTS, DE 125 MM DE GRUIX, TOTALMENT COL-LOCAT I CURAT	1	7,30	16,00		116,80	31,86 €	(2)	3.721,25 €
TOTAL									6.723,18 €
Àrea Paviment Permeable (Vianants) (m²):			7,30	16,00		116,80			
TOTAL (€/m²)							57,56		

(1) Pardo, F. (2012). *Projecte d'urbanització del P.M.U. per a l'ajust de la localització dels habitatges de l'Avinguda de l'Estatut. Districte Horta-Guinardó* . AuningIntraesa Consultoria & Ingenieria. Direcció de projectes d'urbanització i edificació de Barcelona Gestió Urbanística S.A.; Ajuntament de Barcelona.

(2) Vall's-Benavides, G. (2016). Proyecto de ejecución de habilitación de parcela municipal para parque de esparcimiento en Bétera (Valencia). Redación a cargo de Planifica y Green Blue Management. Promotor: Ayuntamiento de Bétera.

(4) Banco de Precios BEDEC 2016 del ITEC

Paviment permeable (Vehicles lleugers)

Es pren com a superfície tipus la proposada per al carrer de la Riera Alta, de 13,00 m².

Cost construcció Paviment Permeable (Vehicles lleugers)									
Unitats	Descripció	nº	a	b	h	Amidament	Preu unitari	Referència	Import
m²	DEMOLICIÓ DE PAVIMENT DE PANOTS COL-LOCATS SOBRE FORMIGÓ, DE FINS A 20 CM DE GRUIX I FINS A 2 M D'AMPLÀRIA, AMB COMPRESSOR I CÀRREGA SOBRE CAMIÓ	1	2,00	6,50		13,00	5,86 €	(4)	76,18 €
m³	EXCAVACIÓ DE RASA, EN TERRENY NO CLASSIFICAT, INCLOSES PART PROPORCIONAL D'EXCAVACIÓ EN ROCA I TALL PRÈVI EN TALUSSOS, ENTIBACIONS I ESGOTAMENTS	1	2,00	6,50	0,25	3,25	6,86 €	(1)	22,30 €
m³	CÀRREGA AMB MITJANS MECÀNICS I TRANSPORT DE TERRES A INSTAL·LACIÓ AUTORITZADA DE GESTIÓ DE RESI-DUS, AMB CONTENIDOR DE 5 M³ DE CAPACITAT	1	2,00	6,50	0,45	5,85	26,40 €	(4)	154,44 €
m²	LÀMINA SEPARADORA DE GEOTÈXTIL 'POLYFERLT TS 20' O SUPERIOR, COL-LOCADA	1,1		18,20		20,02	1,79 €	(2)	35,84 €
m²	GEOMEMBRANA DE POLIETILÉ D'ALTA DENSITAT D'1,5 MM DE GRUIX	1,1		6,50	0,45	3,22	6,76 €	(2)	21,75 €
m³	SUBMINISTRAMENT DE GRAVES DE PEDRERA, PER A BASE DE PAVIMENT PERMEABLE, SENSE FINS, DE GRANULOMETRIA DE 4 MM A 20 MM, COMPACTADES AL 98% PM.	1	2,00	6,50	0,30	3,90	14,60 €	(2)	56,94 €
m²	PAVIMENT CONTINU PORÓS DE FORMIGÓ PER A TRÀFIC RODAT DE VEHICLES LLEUGERS DE FINS A 3.500 KG, DE 150 MM DE GRUIX, TOTALMENT COL-LOCAT I CURAT	1	2,00	6,50		13,00	36,90 €	(2)	479,70 €
TOTAL									847,14 €
Àrea Paviment Permeable (Vehicles lleugers) (m²):			2,00	6,50		13,00			
TOTAL (€/m²)							65,16		

(1) Pardo, F. (2012). *Projecte d'urbanització del P.M.U. per a l'ajust de la localització dels habitatges de l'Avinguda de l'Estatut. Districte Horta-Guinardó* . AuningIntraesa Consultoria & Ingenieria. Direcció de projectes d'urbanització i edificació de Barcelona Gestió Urbanística S.A.; Ajuntament de Barcelona.

(2) Vall's-Benavides, G. (2016). Proyecto de ejecución de habilitación de parcela municipal para parque de esparcimiento en Bétera (Valencia). Redación a cargo de Planifica y Green Blue Management. Promotor: Ayuntamiento de Bétera.

(4) Banco de Precios BEDEC 2016 del ITEC

Parterre inundable

Es pren com a superfície tipus la proposada per al carrer Nàpols (Opció 1), de 48,70 m².

Cost construcció Parterre Inundable									
Unitats	Descripció	nº	a	b	h	Amidament	Preu unitari	Referència	Import
m ²	DEMOLICIÓ DE PAVIMENT DE PANOTS COL·LOCATS SOBRE FORMIGÓ, DE FINS A 20 CM DE GRUIX I FINS A 2 M D'AMPLÀRIA, AMB COMPRESSOR I CÀRREGA SOBRE CAMIÓ	1	48,70			48,70	5,86 €	(4)	285,38 €
m ³	EXCAVACIÓ DE RASA, EN TERRENY NO CLASSIFICAT, INCLOSES PART PROPORCIONAL D'EXCAVACIÓ EN ROCA I TALL PRÈVI EN TALUSSOS, ENTIBACIONS I ESGOTAMENTS	1	48,70		0,40	19,48	6,86 €	(1)	133,63 €
m ³	CÀRREGA AMB MITJANS MECÀNICS I TRANSPORT DE TERRES A INSTAL·LACIÓ AUTORIZADA DE GESTIÓ DE RESI-DUS, AMB CONTENIDOR DE 5 M ³ DE CAPACITAT	1	48,70		0,60	29,22	26,40 €	(4)	771,41 €
m ³	APORTACIÓ I INCORPORACIÓ DE TERRA PER A JARDINERIA VEGETAL ADOBADA, A GRANEL, AMB MINICARREGADORA PER A ANIVELLAMENT SOBRE PNEUMÀTICS AMB ACCESSORI ANIVELLADOR, AMB UN GRUIIX DE 30 A 80 CM PER A PARTERRES DE PLANTES ARBUSTIVES.	1	48,70		0,60	29,22	42,92 €	(1)	1.254,12 €
ut	PLANTACIÓ D'ARBUST EN CONTENIDOR D'1,5 A 3 L, EXCAVACIÓ DE CLOT DE PLANTACIÓ DE 30X30X30 CM AMB MITJANS MANUALS, EN UN PENDENT INFERIOR AL 35 %, REBLERT DEL CLOT AMB TERRA DE L'EXCAVACIÓ BARREJADA AMB UN 10% DE COMPOST I PRIMER REG	9	48,70			438,30	5,65 €	(4)	2.476,40 €
PA	INSTAL·LACIÓ DE REG PER DEGOTEIG, MITJANÇANT ANELL INCLOSA LA PART PROPORCIONAL PER A L'EMPALMAMENT AMB LA XARXA GENERAL DE REG, CLAUS I MECANISMES NECESSARIS	1				1,00	45,00 €	(3)	45,00 €
m ²	MALLA ANTIHERBES I ENCOIXINAMENT AMB ESCORÇA DE PI DE 30 A 50 MM, SUBMINISTRADA EN SACS DE 0,8 M3, ESCAMPADA AMB MITJANS MANUALS EN CAPA UNIFORME DE GRUIX FINS A 10 CM	1	48,70			48,70	8,54 €	(4)	415,90 €
m	PECES DE MORTER DE CIMENT, PER A ESCOCELLS, DE 113X20X7 CM, AMB UN CANTELL BISELAT	1		24,70		24,70	8,73 €	(3)	215,63 €
TOTAL									5.597,47 €
Àrea Parterre Inundable (m ²):			48,70			48,70			
TOTAL (€/m ²)							114,94		

(1) Pardo, F. (2012). *Projecte d'urbanització del P.M.U. per a l'ajust de la localització dels habitatges de l'Avinguda de l'Estatut. Districte Horta-Guinardó* . AuningIntraesa Consultoria & Ingenieria. Direcció de projectes d'urbanització i edificació de Barcelona Gestió Urbanística S.A.; Ajuntament de Barcelona.

(2) Valls-Benavides, G. (2016). Proyecto de ejecución de habilitación de parcela municipal para parque de esparcimiento en Bétera (Valencia). Redacción a cargo de Planifica y Green Blue Management. Promotor: Ayuntamiento de Bétera.

(3) Lara, L., Subils, I., Fernandez, M., Rubio, M. (2016). *Estudi per a la implantació de sistemes de sòls estructurals i paviments drenants per millorar la plantació de l'arbrat de l'espai viari de Barcelona*. Revisió novembre 2016. Parcs i Jardins, Institut Municipal. Ajuntament de Barcelona.

(4) Banco de Precios BEDEC 2016 del ITEC

(5) El·laboració pròpia

Franja de biorretenció

Es pren com a superfície tipus la proposada per a la Gran Via de les Corts Catalanes, de 16,50 m².

Cost construcció Franja de Biorretenció									
Unitats	Descripció	nº	a	b	h	Amidament	Preu unitari	Referència	Import
m ²	DEMOLICIÓ DE PAVIMENT DE PANOTS COL·LOCATS SOBRE FORMIGÓ, DE FINS A 20 CM DE GRUIX I FINS A 2 M D'AMPLÀRIA, AMB COMPRESSOR I CÀRREGA SOBRE CAMIÓ	1	1,50	11,00		16,50	5,86 €	(4)	96,69 €
m ³	EXCAVACIÓ EN RASA EN PRESENCIA DE SERVEIS FINS A 2 M DE FONDÀRIA, EN TERRENY COMPACTE (SPT 20-50), REALITZADA AMB RETROEXCAVADORA I AMB LES TERRES DEIXADES A LA VORA	1	1,50	11,00	0,95	15,68	13,49 €	(3)	211,46 €
m ³	CÀRREGA AMB MITJANS MECÀNICS I TRANSPORT DE TERRES A INSTAL·LACIÓ AUTORIZADA DE GESTIÓ DE RESI-DUS, AMB CONTENIDOR DE 5 M ³ DE CAPACITAT	1	1,50	11,00	1,15	18,98	26,40 €	(4)	500,94 €
m ²	LÀMINA SEPARADORA DE GEOTÈXIL 'POLYFERLT TS 20' O SUPERIOR, COL·LOCADA	1,1		74,40		81,84	1,79 €	(2)	146,49 €
m ²	GEOMEMBRANA DE POLIETILÉ D'ALTA DENSITAT D'1,5 MM DE GRUIX	1,1		11,00	1,15	13,92	6,76 €	(2)	94,07 €
m ³	SUBMINISTRAMENT DE GRAVES DE PEDRERA DE PEDRA GRANÍTICA, PER A DRENS SENSE FINS DE GRANULOMETRIA DE 20 MM A 40 MM, COMPACTADES AL 98% PM.		1,50	11,00	0,20	3,30	33,20 €	(1)	109,56 €
m ³	APORTACIÓ I INCORPORACIÓ DE TERRA PER A JARDINERIA VEGETAL ADOBADA, A GRANEL, AMB MINICARREGADORA PER A ANIVELLAMENT SOBRE PNEUMÀTICS AMB ACCESSORI ANIVELLADOR, AMB UN GRUIIX DE 30 A 80 CM PER A PARTERRES DE PLANTES ARBUSTIVES	1	1,50	11,00	0,80	13,20	42,92 €	(1)	566,54 €
ut	PLANTACIÓ D'ARBUST EN CONTENIDOR D'1,5 A 3 L, EXCAVACIÓ DE CLOT DE PLANTACIÓ DE 30X30X30 CM AMB MITJANS MANUALS, EN UN PENDENT INFERIOR AL 35 %, REBLERT DEL CLOT AMB TERRA DE L'EXCAVACIÓ BARREJADA AMB UN 10% DE COMPOST I PRIMER REG	9	1,50	11,00		148,50	5,65 €	(4)	839,03 €
PA	INSTAL·LACIÓ DE REG PER DEGOTEIG, MITJANÇANT ANELL INCLOSA LA PART PROPORCIONAL PER A L'EMPALMAMENT AMB LA XARXA GENERAL DE REG, CLAUS I MECANISMES NECESSARIS	1				1,00	45,00 €	(3)	45,00 €
PA	ESTRUCTURA D'ENTRADA I EIXIDA A BASE DE FORMIGÓ I GRAVA DE PEDRERA DE GRANULOMETRIA 40 MM A 70 MM	1				1,00	30,00 €	(5)	30,00 €
m ²	MALLA ANTIHERBES I ENCOIXINAMENT AMB ESCORÇA DE PI DE 30 A 50 MM, SUBMINISTRADA EN SACS DE 0,8 M3, ESCAMPADA AMB MITJANS MANUALS EN CAPA UNIFORME DE GRUIX FINS A 10 CM	1	1,50	11,00		16,50	8,54 €	(4)	140,91 €
m	PECES DE MORTER DE CIMENT, PER A ESCOCELLS, DE 113X20X7 CM, AMB UN CANTELL BISELAT	2	1,50	11,00		33,00	8,73 €	(3)	288,09 €
TOTAL									3.068,77 €
Àrea Franja Biorretenció (m ²):			1,50	11,00		16,50			
TOTAL (€/m ²)							185,99		

(1) Pardo, F. (2012). *Projecte d'urbanització del P.M.U. per a l'ajust de la localització dels habitatges de l'Avinguda de l'Estatut. Districte Horta-Guinardó* . AuningIntraesa Consultoria & Ingenieria. Direcció de projectes d'urbanització i edificació de Barcelona Gestió Urbanística S.A.; Ajuntament de Barcelona.

(3) Lara, L., Subils, I., Fernandez, M., Rubio, M. (2016). *Estudi per a la implantació de sistemes de sòls estructurals i paviments drenants per millorar la plantació de l'arbrat de l'espai viari de Barcelona*. Revisió novembre 2016. Parcs i Jardins, Institut Municipal. Ajuntament de Barcelona.

(4) Banco de Precios BEDEC 2016 del ITEC

(5) El·laboració pròpia

ANNEX 6.2. DADES DEL CAPÍTOL 8

Les dades emprades en les següents taules, que presenten els costos de manteniment al llarg de la seva vida útil dels tipus de SUDS proposats al Capítol 6, són:

- Cost de manteniment de la vegetació als parterres el primer any: 7,41 €/m². Referència: Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat (2016). *Estimació de Ratis de Manteniment per tipus d'espais verds a la nova plaça de les Glòries*.
- Cost de manteniment periòdic (anual) de la vegetació als parterres: 2,11 €/m². Referència: Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat (2013). *Preus aplicables al manteniment de l'any de garantia dels espais de nova creació*.
- Cost de mà d'obra: ajudant jardiner 21,93 €/h (manteniment) i Oficial 1A jardiner 24,71 €/h (inspecció). Referència: Pardo, F. (2012). *Projecte d'urbanització del P.M.U. per a l'ajust de la localització dels habitatges de l'Avinguda de l'Estatut. Districte Horta-Guinardó*. Redacció a carreg de AuningIntraesa Consultoria & Ingeniería. Promotor: Direcció de projectes d'urbanització i edificació de Barcelona Gestió Urbanística S.A.; Ajuntament de Barcelona.

Paviment permeable (Vehicles lleugers)

Es pren com a superfície tipus la proposada per al carrer de la Riera Alta, de 13,00 m².

Paviments permeables (I-PAV)			
Accions	Freqüència habitual	Cost anual	Cost plurianual
Manteniment periòdic			
● Escombratge i aspiració estàndard	Semestralment (a la primavera i tardor)	5,85	
Manteniment ocasional			
● Remoció de mala herba	Quan sigui necessari (anualment)	3,66	
Manteniment correctiu			
● Correcció de nivells de terra vegetal de superfícies adjacents perquè es mantingui almenys 50 mm per sota del nivell del paviment	Quan sigui necessari (trienalment)		5,85
● Reposició de llambordes trencades o recol·locació de llambordes descol·locades, o reparació d'esquerdes en paviments continus danyats que afectin a la funció estructural del ferm o suposin un risc per als ciutadans, i farcit de juntes	Quan sigui necessari (cinquenalment)		65,16
● Rehabilitació de la superfície i la part superior de la sub-estructura mitjançant aspiració en profunditat	Cada 10 anys o quan sigui necessari, si s'ha reduït la permeabilitat significativament per colmatació		65,79
Inspecció			
● Inspecció inicial	Mensual durant els 3 primers mesos després de la seva instal·lació	-	12,36
● Revisió ordinària per detectar zones colmatades o creixement de mala herba	Trimestralment i després de fortes pluges	-	
● Inspecció tècnica de l'arqueta de monitorització i per determinar la freqüència d'acumulació de sediments amb la finalitat d'establir la freqüència d'escombrat-aspiració necessària	Anualment	-	
● Inspecció tècnica per a realització d'assaig de permeabilitat	Anualment (a l'hivern)	12,36	
Exemple: Carrer Riera Alta		Àrea (m²): 13,00	

Parterre inundable

Es pren com a superfície tipus la proposada per al carrer Nàpols (Opció 1), de 48,70 m².

Parterres inundables (I-PAR)			
Accions	Freqüència habitual	Cost anual	Cost plurianual
Manteniment periòdic			
● Reg; gestió de la vegetació i remoció de plantes no desitjades; Remoció de sediments i escombraries; resembrar àrees amb poc creixement vegetatiu	Al llarg de l'any (ocasional any 1)	102,76	360,87
Manteniment ocasional			
● Eliminar el sediment dels sistemes de pre-tractament quan es trobin plens al 50%	Trimestralment (o quan sigui necessari)	14,62	
Manteniment correctiu			
● Reparació de l'erosió i altres danys deguts a la resembra o la replantació	Quan sigui necessari (trienal)		10,28
● Reparació o rehabilitació de les estructures d'entrada i eixida	Cinquenalment (o quan sigui necessari)		21,56
● Rehabilitar les superfícies d'infiltració utilitzant tècniques d'escarificació si la capacitat d'infiltració disminueix	Cinquenalment (o quan sigui necessari)		21,93
● Anivellar superfícies irregulars i restaurar la topografia de disseny	Cinquenalment (o quan sigui necessari)		10,97
Inspecció			
● Revisió ordinària d'estructures d'entrada, eixida i sobreixidors a la recerca de possibles obstruccions	Mensualment	-	
● Revisió ordinària dels talusos de la zona d'infiltració, les estructures, les conduccions, etc. a la recerca de possibles danys	Mensualment	-	
● Revisió ordinària de les superfícies d'infiltració buscant possibles zones compactades i entollaments	Mensualment i després de fortes pluges	-	
● Inspecció tècnica de les estructures d'entrada i els sistemes de pretractament per analitzar l'acumulació de sediments i establir la freqüència necessària per a la seva eliminació	Semestralment	8,24	
Exemple: Carrer Nàpols - Opció 1		Àrea (m²): 48,70	

Franja de biorretenció

Es pren com a superfície tipus la proposada per a la Gran Via de les Corts Catalanes, de 16,50 m².

Franges de biorretenció (T-BIO)			
Accions	Freqüència habitual	Cost anual	Cost plurianual
Manteniment periòdic			
● Reg; Remoció de sediments, escombraries i males herbes de la superfície	Al llarg de l'any (ocasional any 1)	34,82	122,27
Manteniment ocasional			
● Reposició de vegetació per mantenir la densitat de plantació	Quan sigui necessari (anualment)	8,70	
● Remoció de sediments i escombraries acumulats a l'entrada	Quan sigui necessari (trimestralment)	14,62	
● Eliminar acumulacions de sediments (>10 cm), escarificar la superfície i replenar amb substrat i encoixinament orgànic; Restauració de zones erosionades i millora de la protecció contra l'erosió	Quan sigui necessari (cinquenalment)	61,13	
Manteniment correctiu			
● Reposició de dany causat deliberada o fortuïtament	Quan sigui necessari (cinquenalment)		30,69
● Restituir el substrat, l'encoixinament i la vegetació	Quan sigui necessari, però previsiblement > 20 anys		-
Inspecció			
● Revisió ordinària per detectar acumulació de sediments, entollaments, densitat de plantació, plantes en mal estat o creixement de mala herba	Trimestralment	-	
● Revisió ordinària d'estructures d'entrada i sortida a la recerca de possibles obstruccions	Trimestralment	-	
● Inspecció tècnica de la superfície d'infiltració i avaluació del temps de buidatge a la base (dren si és el cas) per determinar necessitats de manteniment	Anualment i després de fortes pluges	6,18	
● Inspecció tècnica per a realització d'assaig de permeabilitat	5 anys	12,36	
Exemple: Gran Via		Àrea (m²): 16,50	

ANNEX 6.3. DADES DEL CAPÍTOL 9

Costos d’unitat d’obres definides en el Projecte Original. Referència: Pardo, F. (2012). *Projecte d’urbanització del P.M.U. per a l’ajust de la localització dels habitatges de l’Avinguda de l’Estatut. Districte Horta-Guinardó*. Redacció a càrreg de AuningIntraesa Consultoria & Ingenieria. Promotor: Direcció de projectes d’urbanització i edificació de Barcelona Gestió Urbanística S.A.; Ajuntament de Barcelona.

Amidaments del Projecte As-Built. Referència: Pardo, F. (2015).*As-Built de la urbanització del P.M.U. per a l’ajust de la localització dels habitatges de l’Avinguda de l’Estatut. Districte Horta-Guinardó*. Direcció Facultativa i As Built a càrreg de AuningIntraesa Consultoria & Ingenieria. Promotor: Direcció de Serveis de Projectes i Obres de Barcelona Gestió Urbanística S.A.; Ajuntament de Barcelona.

Cost de construcció dels parterres inundables (I-PAR)

Vida útil estimada: 50 anys (CNT, 2006).

1-Cost àrea Parterre - Talús per metre quadrat					
Còdec	Descripció	Unitats	Preu unitari	Quantitat	Cost
FRI32332	MANTA ORGÀNICA TIPUS 50% PALLA I 50% COCO, DE DENSITAT APROXIMADA 300 G/M2, COL-LOCADA EN UN TERRENY PREPARAT AMB UN PENDENT APROXIMAT DEL 33 % I AMB UNA LLARGÀRIA DE TALÚS DE 4 A 10 M, FIXADA AMB GRAPES D'ACER CORRUGAT EN FORMA DE U, DE 10 MM DE DIÀMETRE I DE 20-10-20 CM, AMB UNA DENSITAT D'1 U/M2 I AMB PART PROPORCIONAL DE RASA SUPERIOR DE FIXACIÓ	M2	3.31 €	1.1	3.64 €
FR3P1113	APORTACIÓ I INCORPORACIÓ DE TERRA PER A JARDINERIA VEGETAL ADOBADA, A GRANEL, AMB MINICARREGADORA PER A ANIVELLAMENT SOBRE PNEUMÀTICS AMB ACCESSORI ANIVELLADOR, AMB UN GRUIX DE 40 CM PER A PARTERRES DE PLANTES ARBUSTIVES I DE 3M3 APROX. PER ARBRE.	M3	42.92 €	0.4	17.17 €
FR66222B	PLANTACIÓ D'ARBUST O ARBRE DE PETIT FORMAT EN CONTENIDOR D'1,5 A 3 L, EXCAVACIÓ DE CLOT DE PLANTACIÓ DE 30X30X30 CM AMB MITJANS MANUALS, EN UN PENDENT INFERIOR AL 35 %, REBLERT DEL CLOT AMB TERRA DE L'EXCAVACIÓ BARREJADA AMB UN 10% DE COMPOST I PRIMER REG	U	3.65 €	6	21.90 €
FR46X010	SUBMINISTRAMENT I TRANSPORT DE ASPARAGUS DENSIFLORUS, EN CONTENEDOR DE 3 LITRES, PLANTA BEN ARRELADA, FORMADA I EQUILIBRADA.	U	4.40 €	6	26.40 €
TOTAL					69.11 €

2-Cost àrea Parterre - Explanada per metre quadrat					
Còdec	Descripció	Unitats	Preu unitari	Quantitat	Cost
F923RJ10	SUBBASE/BASE DE GRANULAT SENSE FINS PROCEDENT DE GRANULATS RECICLATS DE FORMIGÓ DE GRANDÀRIA MÀXIMA DE 40 A 70 MM, AMB ESTESA I PICONATGE DEL MATERIAL, COMPACTADES AL 98% DEL PM	M3	21.02 €	0.5	10.51 €
F2A1S000	SUBMINISTRAMENT DE GRAVES DE PEDRERA DE PEDRA GRANÍTICA, PER A DRENS SENSE FINS DE GRANULOMETRIA DE 20 MM A 40 MM, COMPACTADES AL 98% PM.	M3	33.20 €	0.2	6.64 €
F7B1UH0L	LÀMINA SEPARADORA DE GEOTÈXTIL 'POLYFERLT TS 20' O SUPERIOR EN GAMMA FINS EL 'TS 65' O SIMILARS, COL-LOCADA	M2	3.24 €	2.2	7.13 €
F222X001	EXCAVACIÓ DE RASA, EN TERRENY NO CLASSIFICAT, INCLOSES PART PROPORCIONAL D'EXCAVACIÓ EN ROCA I TALL PRÈVI EN TALUSSOS, ENTIBACIONS I ESGOTAMENTS	M3	6.86 €	0.7	4.80 €
TOTAL					29.08 €

3-Cost àrea Parterre - Geoceldes per metre quadrat					
Còdec	Descripció	Unitats	Preu unitari	Quantitat	Cost
F923RJ10	SUBBASE/BASE DE GRANULAT SENSE FINS PROCEDENT DE GRANULATS RECICLATS DE FORMIGÓ DE GRANDÀRIA MÀXIMA DE 40 A 70 MM, AMB ESTESA I PICONATGE DEL MATERIAL, COMPACTADES AL 98% DEL PM	M3	21.02 €	0.35	7.36 €
F2A1S000	SUBMINISTRAMENT DE GRAVES DE PEDRERA DE PEDRA GRANÍTICA, PER A DRENS SENSE FINS DE GRANULOMETRIA DE 20 MM A 40 MM, COMPACTADES AL 98% PM.	M3	33.20 €	0.25	8.30 €
ZPC112	SUBMINISTRAMENT I COL·LOCACIÓ DE CAIXES ATLANTIS COM A DIPÒSITS MODULARS DE DIMENSIONS 0.68X0.408X0.45 M	U	41.64 €	3.60	150.09 €
F7B1UH0L	LÀMINA SEPARADORA DE GEOTÈXTIL 'POLYFERLT TS 20' O SUPERIOR EN GAMMA FINS EL 'TS 65' O SIMILARS, COL-LOCADA	M2	3.24 €	3.3	10.69 €
F222X001	EXCAVACIÓ DE RASA, EN TERRENY NO CLASSIFICAT, INCLOSES PART PROPORCIONAL D'EXCAVACIÓ EN ROCA I TALL PRÈVI EN TALUSSOS, ENTIBACIONS I ESGOTAMENTS	M3	6.86 €	1.05	7.20 €
TOTAL					183.64 €

4-Cost excavació Parterre per metre cúbic					
Còdec	Descripció	Unitats	Preu unitari	Quantitat	Cost
F222X001	EXCAVACIÓ DE RASA, EN TERRENY NO CLASSIFICAT, INCLOSES PART PROPORCIONAL D'EXCAVACIÓ EN ROCA I TALL PRÈVI EN TALUSSOS, ENTIBACIONS I ESGOTAMENTS	M3	6.86 €	1	6.86 €
TOTAL					6.86 €

Cost de Parterres inundables					
Còdec	Descripció	Unitats	Preu unitari	Quantitat	Cost
	1 Construcció de talús	M2	69.11 €	990	68,383.36 €
	2 Construcció de explanada i graves	M2	29.08 €	802	23,319.25 €
	3 Construcció de geoceldes	M2	183.64 €	26.20	4,811.33 €
	4 Excavació de parterres	M3	6.86 €	463.2	3,177.69 €
TOTAL					99,691.63 €

Cost de construcció de la superfície impermeable

El nombre d'embornals previst s'ha estimat segons les recomanacions de l'Ajuntament de Barcelona (2015a).

Vida útil estimada: 35 anys (segons CNT (2006)).

5 - Cost de superfície impermeable per metre quadrat					
Còdec	Descripció	Unitats	Preu unitari	Quantitat	Cost
F9G1D2G5	PAVIMENT DE FORMIGÓ HM-20 DE CONSISTÈNCIA PLÀSTICA, ESCAMPAT AMB TRANSPORT INTERIOR MECÀNIC, ESTESA I VIBRATGE MECÀNIC I ACABAT REMOLINAT MECÀNIC, AFEINT 4 KG/M2 DE POLS DE QUARS GRIS	M3	88.73 €	0.2	17.75 €
TOTAL					17.75 €

6 - Cost per embornal tipus Barcelona 1					
Còdec	Descripció	Unitats	Preu unitari	Quantitat	Cost
FD1BS010	BASTIMENT I REIXA TIPUS AJUNTAMENT DE BARCELONA, DE FOSA DUCTIL PER A EMBORNAL DE 70 X 30 CM, DE CARREGA DE TRENCAMENT SUPERIOR A 25 T SEGONS LES NORMES UNE 41-300-87 I EN-124, RECOBERTA DE PINTURA ASFÀLTICA I COL·LOCADA AMB MORTER (P - 112)	U	92.42 €	1	92.42 €
FD5J5398	CAIXA PER A EMBORNAL DE 70X30X85 CM, AMB PARETS DE 14 CM DE GRUIX DE MAÓ MASSÍS, ARREBOSSADA I LLISCADA PER DINS I ESQUERDEJAT PER FORA AMB MORTER MIXT 1:0,5:4, ELABORAT A L'OBRA AMB FORMIGONERA DE 165 L SOBRE SOLERA DE 10 CM DE FORMIGÓ HM-20/P/20/I (P - 119)	U	167.15 €	1	167.15 €
F961VBR2	VORADA DE BUSTIA DE FORMIGÓ RECTA DE 20X25X100 CM, COL·LOCADA AMB FONAMENT DE FORMIGÓ (P - 54)	U	56.77 €	1	56.77 €
TOTAL					316.34 €

Cost Paviment impermeable					
Còdec	Descripció	Unitats	Preu unitari	Quantitat	Cost
5	Construcció de superfície impermeable	M2	17.75 €	1,210	21,477.98 €
6	Construcció de embornals	U	316.34 €	76	24,041.84 €
TOTAL					45,519.82 €

Costos de manteniment

Estimats a partir de les següents referències:

Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat (2016). *Estimació de Ratis de Manteniment per tipus d'espais verds a la nova plaça de les Glòries*.

Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat (2013). *Preus aplicables al manteniment de l'any de garantia dels espais de nova creació*.

Manteniment de Parterres inundables					
Còdec	Descripció	Unitats	Preu unitari	Quantitat	Cost
7	Manteniment de vegetació	M2	4.76 €	990	4,705.07 €
8	Manteniment de explanada	M2	1.47 €	802	1,178.79 €
TOTAL					4,705.07 €

Manteniment Paviment impermeable					
Còdec	Descripció	Unitats	Preu unitari	Quantitat	Cost
9	Manteniment de superfície impermeable	M2	0,45 €	1.210	544,64 €
10	Manteniment de embornals	U	0,91 €	76	69,16 €
TOTAL					613,80 €

Comportament hidràulic dels parterres inundables

Analitzat amb un model hidràulic en el Projecte As-Built (2015) amb una modelització continua de l'any 1997.

	Red 2	Red 3	Red 4	Red 6	TOTAL
Àrea generadora d'escorrentia (m ²)	1.720	994	4.601	6.206	13.521
Volum d'escorrentia generat (m ³)	822	475	2.199	2.966	6.463
Volum d'escorrentia a xarxa(m ³)	9	0	91	0	100
Volum d'escorrentia retingut (m ³)	813	475	2.109	2.966	6.363
Reducció Vol. Esc. Vertit (m ³)	99%	100%	96%	100%	98%

Comportament hidràulic de la superfície impermeable

Estimat suposant que no es produiria retenció de l'escorriment.

	Red 2	Red 3	Red 4	Red 6	TOTAL
Àrea generadora d'escorrentia (m ²)	2.858	1.227	5.471	9.215	18.770
Volum d'escorrentia generat (m ³)	1.366	587	2.615	4.405	8.972
Volum d'escorrentia a xarxa(m ³)	1.366	587	2.615	4.405	8.972
Volum d'escorrentia retingut (m ³)	0	0	0	0	0
Reducció Vol. Esc. Vertit (m ³)	0%	0%	0%	0%	0%

Dades relatives al tractament i bombeig

El costos de tractament i bombeig s'han estimat a partir d'aquestes dades i les equacions recomanades dins del programa.

Bombeig	Cota inicial (msnm)	0
	Cota planta Besos (msnm)	10
	Distància (m)	2500
	Pendent (%)	0,50%
	Diferència d'altura per pendent	12,5
	Altura de bombeig (m)	22,5
	Preu electricitat (€/kWh)	0,136

Ref: Valors estimats a partir de la xarxa de gestió i la localització de la planta

Tractament	Tipus de planta	Fangs activats
	Capacitat (hm ³ /any)	191,625
	Edat (anys)	12

Ref: Estaciones depuradoras. Aigües de Barcelona (2015).

Disponible en: <http://www.aiguesdebarcelona.cat/estaciones-depuradoras>

PROMOTOR	Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat. Parcs i Jardins de Barcelona, Institut Municipal. Medi Ambient. Ajuntament de Barcelona.
DIRECCIÓ:	Izaskun Martí Carral, Directora de Conservació
DIRECCIÓ TÈCNICA:	Gabino Carballo, Tècnic de Projectes d'Espais Verds Jana Miró, Tècnica de Projectes d'Espais Verds
COMISSIÓ SUDS	M ^a José Chesa Marro, Cap de Servei BCASA Jordi Rodríguez, Cap de Territori d'Espais Verds Izaskun Martí Carral, Directora de Conservació Roberto Soto, Arquitecte BAGURSA Jana Miró, Tècnica de Projectes d'Espais Verds Gabino Carballo, Tècnic de Projectes d'Espais Verds
AGRAÏMENTS	Rosa López, Arquitecte, Dept. de Prospectiva, Ajuntament de Barcelona
AUTORA	Sara Perales Momparler, Dra. Ingeniera Camins, C. i P. Green Blue Management Avda. del Puerto, 180 pta. 1B. 46023 Valencia. Tel./Fax: +34 963 309 121 sara.perales@greenbluemanagement.com
EQUIP REDACTOR	Sara Perales Momparler, Dra. Ingeniera Camins, C. i P. Adrián Morales Torres, Ingenier Camins, C. i P.



21-000000 BIBLIOTECA Ana Soler i BARRIO
Realizado con CC BY-NC-ND/4.0

Els continguts d'aquesta publicació estan subjectes a una llicència de **Reconeixement – No comercial – Sense Obra Derivada (by-nc-nd)** amb finalitat no comercial i sense obra derivada. Es permet copiar i redistribuir el material en qualsevol mitjà i format, sempre que no tingui finalitats comercials i no es distribueixi cap obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>

